

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Τίτλος Διατριβής

“Αξιολόγηση των ποικιλιών σκληρού σίτου SIMETO, QUADRATO, EGEO
ως προς την ευαισθησία τους ως ξενιστές στο φυτοπαθογόνο μύκητα
Mycosphaerella graminicola (Fuckel) Schröt ”

Γεώργιος Κυριάκης

Βόλος 2018

Τίτλος Διατριβής

“Αξιολόγηση των ποικιλιών σκληρού σίτου SIMETO, QUADRATO, EGEO ως προς την ευαισθησία τους ως ξενιστές στο φυτοπαθογόνο μύκητα *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schröt ”

“Evaluation of the durum wheat cultivars SIMETO, QUADRATO, EGEO regarding their sensitivity as hosts to the plant pathogen *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schröt”

Γεώργιος Κυριάκης

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Βέλλιος Ευάγγελος, Φυτοπαθολογία - Σύγχρονες Μέθοδοι Διαγνωστικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αντωνιάδης Βασίλειος, Επίκουρος Καθηγητής, Εφαρμοσμένη Εδαφολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής, Ζιζανιολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Copyright © Κυριάκης Γεώργιος, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.

Πρόλογος

Παράλληλα με την επιστροφή στην γενέτειρα πόλη των Τρικάλων και την νέα επαγγελματική προσπάθεια στην εμπορία γεωργικών εφοδίων αποφάσισα να παρακολουθήσω το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο "Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή & Διαχείριση Περιβάλλοντος" με κατεύθυνση "Φυτιατρική και Περιβάλλον" του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το υψηλό επίπεδο των διδασκόντων και η στόχευση σε σύγχρονα θέματα πάνω στην φυτοπροστασία και το περιβάλλον με βοήθησαν πολύ να εξελιχθώ στην δουλειά, αλλά και σαν επιστήμονας γενικότερα.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Βέλλιο Ευάγγελο για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε όλο αυτό το διάστημα. Η επιστημονική του κατάρτιση και προσήλωση στο αντικείμενο του Εργαστηρίου που διευθύνει με καθοδήγησαν με τον καλύτερο τρόπο στην ολοκλήρωση του προγράμματος σπουδών και στη συγγραφή της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής κ. Αντωνιάδη Βασίλειο και κ. Καρκάνη Αναστάσιο για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις σχετικά με την επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια των σιτηρών στη Θεσσαλία επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από την ασθένεια που προκαλεί ο μύκητας *Mycosphaerella graminicola*, γνωστή ως σεπτορίαση των σιτηρών. Η μείωση της παραγωγής και οι προσπάθειες να βρεθούν τρόποι αντιμετώπισης, κατεύθυναν μεγάλο κομμάτι της έρευνας στην μελέτη του μύκητα και των επιπτώσεων του. Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης επιλέχθηκαν τρεις ποικιλίες σκληρού σιταριού που χρησιμοποιούνται κατά κόρον ώστε να εξετάσουμε την εξέλιξη της ασθένειας από φυσικές μολύνσεις και την αντίδραση των φυτών. Οι ποικιλίες αυτές είναι οι: Simeto, Quadrato και Egeo που σπάρθηκαν σε ένα αγροτεμάχιο και παρακολουθούνταν σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η ποικιλία Quadrato εμφάνισε την μεγαλύτερη ευαισθησία έναντι του παθογόνου σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες. Τα φυτά της ποικιλίας Egeo μολύνθηκαν αρκετά αργότερα, παρουσιάζοντας ανθεκτικότητα στην εγκατάσταση του παθογόνου, ενώ τα φυτά της ποικιλίας Simeto αν και εμφάνισαν συμπτώματα σχετικά νωρίς στην καλλιεργητική περίοδο, διατήρησαν το φύλλο σημαία πράσινο και υγιές μέχρι το τέλος και το δεύτερο φύλλο σε πολύ καλή κατάσταση δεδομένου του επιπέδου μόλυνσης.

Από την μέτρηση της χλωροφύλλης σε φύλλα των τριών ποικιλιών, διαπιστώθηκε ότι στα φυτά της Simeto και της Egeo οι μετρήσεις της χλωροφύλλης αυξανόταν καθώς τα φυτά είχαν μπει στο στάδιο του αδελφώματος, αναπτύσσονταν και τα φύλλα του μεγάλωναν, ενώ στα φυτά της Quadrato παρατηρήθηκε μια μείωση στις τιμές της χλωροφύλλης που συνέπεσε χρονικά με την εμφάνιση συμπτωμάτων του *M. graminicola* στα φύλλα.

Επίσης, εξετάστηκε η επίδραση πέντε εγκεκριμένων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη μεταβολή στο εκατολιτρικό βάρος των σπόρων και στα ποσοστά πρωτεΐνης μεταξύ των ψεκασμένων δειγμάτων και των μαρτύρων. Παρουσιάστηκε όμως μια αύξηση στα υαλώδη σε όλες τις εφαρμογές και στις τρεις ποικιλίες, οδηγώντας σε σκληρότερους και κατ' επέκταση ποιοτικότερους σπόρους, πιθανώς λόγω της αντιμετώπισης του παθογόνου στα ψεκασμένα τεμάχια και την μεγαλύτερη συνεισφορά των υγιών φύλλων στο γέμισμα του σπόρου.

Λέξεις Κλειδιά: σιτάρι, σεπτορίαση, ανθεκτικότητα.

Summary

The last few years the cultivation of cereals in Thessaly has been largely influenced by the disease caused by the fungus *Mycosphaerella graminicola*, known as cereal septosis. The reduce of the production and the need to find new ways of treatment, forced a great deal of research into the study of the fungus and its effects. In the present Master Degree Dissertation, three varieties of wheat have been chosen that used heavily, to measure the evolution of the disease from natural infections and the reaction of the plants. These varieties are: Simeto, Quadrato and Egeo and sown in a field that monitored throughout the growing season.

The results showed that the variety Quadrato exhibited the highest susceptibility to the pathogen in comparison with the two other varieties. Egeo plants were infected later on, showing resistance to the pathogen installation, while Simeto plants, although showing symptoms early in the growing season, kept the flag leaf green and healthy to the end and the second leaf in a very good condition given the level of infection.

From the chlorofyll count of leaves of the three varieties, it was found that in Simeto and Egeo plants the chlorofyll counts increased as the plants were in the stage of tillering, growing and the leaves were larger, while in Quadrato plants was observed decrease in chlorofyll values coinciding with the presence of *M. graminicol* symptoms in leaves.

The effect of five plant protection product certified in wheat, on the quality characteristics of the product was also examined. No significant change in hectolitre weight of the seeds and protein levels between the sprayed samples and the controls were observed. However, there was an increase in vitreous grains in all application in all three varieties, leading to harder and better quality grains, probably due to the pathogen treatment in the sprayed fields and the greater contribution of healthy leaves to the grain fill.

Key Words: wheat, *Septoria tritici*, resistance

Εγώ ο Κυριάκης Γεώργιος, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος αυτής) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Υπογραφή

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κύριο Κυριάκη Γεώργιο .

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Περιεχόμενα

1.Εισαγωγή	1
1.1 Ιστορικά και καταγωγή	2
1.2 Ταξινόμηση και χρήσεις	3
1.3 Τα σιτηρά στην Ελλάδα	4
1.4 Χαρακτηριστικά ποικιλιών σκληρού σίτου που χρησιμοποιήθηκαν	4
1.5 Μυκητολογικές ασθένειες σιτηρών	7
1.5.1 Σκωριάσεις σιτηρών	7
1.5.2 Άνθρακες και Δαυλίτες	7
1.5.3 Ωίδιο	8
1.5.4 Σήψεις ριζών και στελέχους	8
1.5.6 Ελμινθοσποριάσεις	9
1.5.7 Κηλιδώσεις φύλλων	9
1.6 Ο φυτοπαθογόνος μύκητας <i>Mycosphaerella graminicola</i> (Fuckel) Schröt	9
1.6.1 Ταξινόμηση	9
1.6.2 Συμπτώματα της ασθένειας	10
1.6.3 Διαδικασία παθογένεσης	10
1.6.4 Αντιμετώπιση	15
1.7 Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα	16
1.7.1 Bumper 25EC	16
1.7.2 Comet 20EC	16
1.7.3 Madison 263SC	17
1.7.4 Prosaro 250EC	17
1.7.5 Sphera 535SC	18
1.8 Φυσικά κριτήρια ποιότητας σπόρων	18
1.8.1 Εκατολιτρικό βάρος	18
1.8.2 Υαλώδες κόκκοι	18

1.8.3 Πρωτεΐνη	19
1.9 Σκοπός διατριβής.....	20
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	21
2.1 Πειραματικός αγρός.....	22
2.1.1 Τοποθεσία πειραματικού αγρού	22
2.1.2 Χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού	23
2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα	23
2.3 Καλλιεργητικές εργασίες	24
2.3.1 Προ σποράς	24
2.3.2 Σπορά	24
2.3.3 Καλλιεργητικές εργασίες μετά τη σπορά.....	25
2.4 Δειγματοληψίες	28
2.4.1 Μέτρηση χλωροφύλλης	28
2.4.2 Αξιολόγηση προσβολής από <i>Septoria tritici</i>	28
2.4.3 Ανάλυση σπόρων.....	28
Αποτελέσματα.....	30
3.1 Ανάπτυξη φυτών - Μετεωρολογικά δεδομένα.....	31
3.1.1 Καταγραφή δεδομένων	31
3.1.2 Φωτογραφικό υλικό	33
3.1.3.Συγκομιδή.....	42
3.2 Αξιολόγηση προσβολής	43
3.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης.....	54
3.4 Ανάλυση σπόρων.....	55
3.4.1. Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους σπόρων	55
3.4.2 Υπολογισμός της περιεκτικότητας ολικών πρωτεϊνών σπόρων	57
3.4.3 Υπολογισμός περιεκτικότητας υαλωδών σπόρων	60
Συζήτηση - Συμπεράσματα.....	62
Ανάπτυξη φυτών και μετεωρολογικά δεδομένα	63

Εξέλιξη της ασθένειας και αξιολόγηση προσβολής.....	64
Συγκέντρωση χλωροφύλλης	68
Ανάλυση σπόρων	68
Βιβλιογραφία	72

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 Χάρτης της ευρύτερης περιοχής των Τρικάλων	22
Εικόνα 2 Τοποθέτηση ταμπελών για την οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων και επιλογή της σειράς που θα τοποθετηθούν οι ποικιλίες	22
Εικόνα 3 Φωτογραφία από δορυφόρο του πειραματικού αγρού, όπου έχουν οριοθετηθεί και σημειωθεί τα τεμάχια που σπάρθηκαν με τις ποικιλίες Simeto, Quadrato & Egeo	24
Εικόνα 4 Κατεργασία εδάφους προ σποράς και σπορά σίτου στον πειραματικό αγρό. Αριστερά φαίνεται η σποροκλίνη κατά την σπορά και δεξιά ο ελκυστήρας Deutz-Farh DX390 με την σπαρτική μηχανή Amazone	24
Εικόνα 5 Σχεδιασμός πειραματικών τεμαχίων που έγινε η εφαρμογή με τα μυκητοκτόνα. Το Μ αντιστοιχεί στο μάρτυρα	27
Εικόνα 6 Συγκομιδή της καλλιέργειας με θεριζοαλωνιστική μηχανή Claas Lexion 540	27
Εικόνα 7 Φορητός μετρητής χλωροφύλλης CCM-200 plus της OPTI-SCIENCE (πηγή: www.optisci.com)	28
Εικόνα 8 Ζυγός ακριβείας και εκατολιτρικός ζυγός (αριστερά), φαρινοκόπτης 50 θέσεων (κέντρο) και συσκευή υπολογισμού ολικών πρωτεϊνών σκληρού σίτου της εταιρείας Foss (δεξιά)	29
Εικόνα 9 Σπόροι σιτηρών μετά το φύτεμα. Διακρίνονται τα ριζίδια, οι εμβρυακές ρίζες και το κολεόπτιλο. Βρίσκονται στο στάδιο GS07, δέκα ημέρες μετά τη σπορά	33
Εικόνα 10 Αριστερά παρατηρούνται φυτά της ποικιλίας Egeo και δεξιά της ποικιλίας Quadrato στο GS10 δέκα ημέρες μετά την σπορά	33
Εικόνα 11 Τα φυτά και τον τριών ποικιλιών σε μακροσκοπική παρατήρηση 80 ημέρες μετά την σπορά στο GS22. Δεξιά έχει τοποθετηθεί η ποικιλία Simeto και αριστερά η Quadrato .	34
Εικόνα 12 Φυτά της ποικιλίας Simeto ύψους 15cm, 80 ημέρες μετά την σπορά στο GS21 κατά Zadoks	34
Εικόνα 13 Επάνω διακρίνονται φυτά Quadrato 80 ημέρες μετά την σπορά, στο GS22 και ύψους 15cm. Κάτω υπάρχουν φυτά Egeo ύψους 14cm στο GS22	35
Εικόνα 14 Δειγματοληψία 18/02/2018 85 ημέρες μετά την σπορά. Τα φυτά Simeto έχουν φτάσει στο GS23 και ύψος 16cm (επάνω), όπως και τα φυτά της Quadrato (μέση). Τα φυτά της Egeo είναι στο GS24 και ύψος 16cm	36
Εικόνα 15 Τα δείγματα συλλέχθηκαν στις 28/02/2018 95 ημέρες από την σπορά και τα φυτά έχουν μπει στο στάδιο της ανάπτυξης του βλαστού. Αριστερά φυτά Simeto ύψους 22cm και GS32 και δεξιά φυτά Quadrato με GS31 και ύψος 23cm	37

Εικόνα 16 Φυτά της ποικιλίας Egeo στο στάδιο της ανάπτυξης του βλαστού (GS31) 95 ημέρες από την σπορά. Διαπιστώνεται καλό αδέλωμα και ύψος φυτών 21cm.....	37
Εικόνα 17 Η δειγματοληψία έγινε στις 10/03/2018 και τα φυτά και των τριών ποικιλιών βρίσκονται στο GS33 105 ημέρες μετά την σπορά. Επάνω αριστερά φυτά της ποικιλίας Simeto με ύψος 28cm, πάνω δεξιά φυτά της Quadrato ύψους 29cm και κάτω η Egeo με φυτά ύψους 32cm.....	38
Εικόνα 18 Δειγματοληψία στις 20/03/2018 115 ημέρες από την σπορά. Τα φυτά της ποικιλίας Simeto βρίσκονται στο GS37 με ύψος 34cm (αριστερά), τα φυτά Quadrato έχουν ύψος 38cm και είναι στο GS37 (κέντρο) και τα φυτά Egeo στο GS39 με ύψος 40cm (δεξιά)	39
Εικόνα 19 Φυτά της ποικιλίας Simeto που συλλέχθηκαν στις 4/5/2018, 129 ημέρες από την σπορά. Κατατάσσονται στο GS77 και έχουν ύψος 80cm	39
Εικόνα 20 Αριστερά έχουμε φυτά της ποικιλίας Quadrato με ύψος 93cm και δεξιά φυτά της ποικιλίας Egeo ύψους 98cm. Η δειγματοληψία έγινε στις 4/5/2018 και τα φυτά και των δύο ποικιλιών βρίσκονται στο GS79	40
Εικόνα 21 Τα δείγματα συλλέχθηκαν την ημέρα συγκομιδής στις 7/6/2018. Έχουν περάσει 163 ημέρες από την σπορά και τα φυτά έφτασαν στο GS93 με τελικό ύψος για το Simeto 82cm (επάνω αριστερά), το Quadrato 99cm (επάνω δεξιά) και Egeo 102cm (κάτω)	41
Εικόνα 22 Φυτά της ποικιλίας Quadrato από την δειγματοληψία στις 13/2 που βρίσκονται στο GS22 (αριστερά). Στα δεξιά παρατηρείται εμφάνιση κηλίδων κατά μήκος των κατώτερων φύλλων και ανάπτυξη πυκνιδίων του <i>M. graminicola</i>	43
Εικόνα 23 Επάνω αριστερά φυτά της ποικιλίας Simeto από την δειγματοληψία στις 18/2 που έχουν προσβληθεί. Στην ένθετη εικόνα κάτω αριστερά παρατηρούνται μεταχρωματισμοί, νεκρώσεις ιστού των φύλλων και εμφάνιση πυκνιδίων. Επάνω αριστερά φυτά της ποικιλίας Quadrato στα οποία εντοπίζεται νέκρωση του ιστού στο άκρο του φύλλου και δημιουργία πυκνιδίων, όπως φαίνεται και σε μεγέθυνση κάτω δεξιά.....	43
Εικόνα 24 Τα φυτά συλλέχθηκαν στις 28/2 και βρίσκονται στο GS32 της ποικιλίας Simeto (αριστερά) και παρατηρούνται έντονες χλωρώσεις στα κάτω φύλλα. Στα φυτά της ποικιλίας Egeo, τα οποία βρίσκονται στο GS31 (δεξιά) δεν έχουν εντοπιστεί ακόμα πυκνίδια ή νεκρωτικές κηλίδες, ωστόσο και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζονται χλωρώσεις στα κάτω φύλλα.....	44
Εικόνα 25 Στα φυτά της ποικιλίας Quadrato που συλλέχθηκαν στις 28/2 εντοπίζονται κιτρίνισμα στις άκρες φύλλων, ακόμα και στα νέα φύλλα, νεκρωτικές περιοχές και πυκνίδια του μύκητα <i>M. graminicola</i>	44

Εικόνα 26 Τα φυτά έχουν φτάσει στο GS33 105 ημέρες μετά την σπορά. Αριστερά φυτά της ποικιλίας Simeto με έντονες χλωρώσεις στα φύλλα και δεξιά φυτά της ποικιλίας Quadrato που επίσης παρουσιάζουν έντονα χλωρωτικά συμπτώματα.....	45
Εικόνα 27 Στην δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 10/3 σε φυτά της ποικιλίας Egeo στο GS33 κατά Zadoks εντοπίστηκαν για πρώτη φορά κηλίδες που εξελίσσονται σε νεκρωτικές περιοχές 105 ημέρες από την σπορά.....	45
Εικόνα 28 Φυτό της ποικιλίας Simeto που συλλέχθηκε στις 20/3 και στο οποίο παρατηρείται έντονος μεταχρωματισμός, πολλά χλωρωτικά φύλλα και νεκρωτικές κηλίδες (αριστερά). Σε φυτό της ποικιλίας Quadrato (κέντρο), αλλά και σε φυτό της ποικιλίας Egeo (δεξιά) που συλλέχθηκαν την ίδια ημερομηνία παρατηρούνται χλωρώσεις που εξελίσσονται σε νεκρωτικές κηλίδες και κηλιδώσεις προσβολής των φύλλων	46
Εικόνα 29 Ολόκληρο φυτό της ποικιλίας Simeto στις 4/5 με ύψος 80cm στο GS77 κατά Zadoks (επάνω αριστερά). Επάνω δεξιά παρατηρείται η κατάσταση του φύλλου σημαίας, του δεύτερου και τρίτου φύλλου και κάτω δεξιά σε κοντινή λήψη εντοπίζονται πυκνίδια του <i>M. graminicola</i> σε κηλίδες προσβολής φύλλου. Κάτω αριστερά παρατηρούνται επίσης κηλίδες με πυκνίδια στα φύλλα του φυτού.....	47
Εικόνα 30 Ολόκληρο φυτό της ποικιλίας Quadrato από την δειγματοληψία στις 4/5 (επάνω αριστερά). Έντονη προσβολή τόσο στο φύλλο σημαία, όσο και στο δεύτερο και τρίτο φύλλο (επάνω δεξιά), όπου εντοπίζονται νεκρωτικές κηλίδες και πυκνίδια του <i>M. graminicola</i>	48
Εικόνα 31 Φυτά της ποικιλίας Egeo 129 ημέρες από την σπορά τα οποία έχουν φτάσει στο GS79 κατά Zadoks. Το φύλλο σημαία και σε μεγάλο ποσοστό και το δεύτερο φύλλο διατηρούν σκούρο πράσινο χρώμα (επάνω αριστερά). Ωστόσο στο τρίτο αλλά και σε κατώτερα φύλλα (κάτω αριστερά και επάνω δεξιά σε μεγέθυνση) εντοπίζονται νεκρωτικές κηλίδες και πυκνίδια του <i>M. graminicola</i> . Πυκνίδια παρατηρούνται και στην βάση του ελάσματος του φύλλου (κάτω δεξιά)	49
Εικόνα 32 Φύλλο σημαία από φυτά της ποικιλίας Simeto στις 20/5 (επάνω), με σχετικά μικρό ποσοστό προσβολής με <i>Septoria tritici</i> . Όμως στο δεύτερο (κέντρο) και στο τρίτο φύλλο (κάτω) τα συμπτώματα είναι πολύ έντονα. Νεκρωτικές κηλίδες κατά μήκος των φύλλων και μεγάλες περιοχές με πυκνίδια του <i>M. graminicola</i>	50
Εικόνα 33 Στη δειγματοληψία που έγινε στις 20/5 σε φυτά της ποικιλίας Quadrato παρατηρούνται έντονα συμπτώματα στο φύλλο σημαία (επάνω) με νεκρωτικές κηλίδες σε μεγάλο μέρος των φύλλων και πυκνίδια. Τα δεύτερα φύλλα (κέντρο) παρουσιάζουν εξαιρετικά μεγάλη προσβολή. Στα τρίτα φύλλα (κάτω) η προσβολή έχει προχωρήσει πάρα πολύ με αποτέλεσμα οι ιστοί να έχουν χάσει την σπαργή τους και να νεκρώνονται	51

Εικόνα 34 Φύλλα σημαία της ποικιλίας Egeo από την δειγματοληψία στις 20/5. Μικρό ποσοστό προσβολής, ωστόσο διακρίνονται κηλίδες με πυκνίδια του <i>M. graminicola</i> (επάνω). Στα δεύτερα φύλλα (κέντρο και κάτω) υπάρχουν σε πολύ μεγάλο ποσοστό νεκρωμένοι ιστοί γεμάτοι με πυκνίδια του <i>M. graminicola</i>	52
Εικόνα 35 Η εξέλιξη της προσβολής από τον <i>M. graminicola</i> και ο υπολογισμός του ποσοστού προσβολής για το φύλλο σημαία (επάνω αριστερά) και το δεύτερο φύλλο (επάνω δεξιά) φυτών της ποικιλίας Simeto, για το φύλλο σημαία (κέντρο αριστερά) και το δεύτερο φύλλο (κέντρο δεξιά) για τα φυτά της ποικιλίας Quadrato και για το φύλλο σημαία (κάτω αριστερά) και το δεύτερο φύλλο (κάτω δεξιά) φυτών της ποικιλίας Egeo	53

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1 Εφαρμογή λίπανσης στα πειραματικά τεμάχια.....	25
Πίνακας 2 Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια.....	26
Πίνακας 3 Καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων από την σπορά μέχρι την συγκομιδή και του σταδίου ανάπτυξης κατά Zadoks των τριών ποικιλιών	32
Πίνακας 4 Υπολογισμός του ποσοστού προσβολής από <i>M. graminicola</i> στα τρία πρώτα φύλλα των φυτών και των τριών ποικιλιών.....	54
Πίνακας 5 Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν με τον φορητό μετρητή χλωροφύλλης από τις 13/2/2018 μέχρι τις 10/3/2018. Στην προτελευταία σειρά έχουν υπολογιστεί οι Μ.Ο. των μετρήσεων ανά ημερομηνία και ποικιλία και στην τελευταία οι τυπικές αποκλίσεις	54
Πίνακας 6 Εκατολιτρικό βάρος (Kg/hL) των κόκκων των τριών ποικιλιών που εφαρμόστηκαν μυκητοκτόνα και των ασφέκαστων μαρτύρων	55
Πίνακας 7 Συγκέντρωση ολικών πρωτεϊνών (%) των κόκκων των τριών ποικιλιών που εφαρμόστηκαν μυκητοκτόνα και των ασφέκαστων μαρτύρων	58
Πίνακας 8 Περιεκτικότητα υαλωδών κόκκων (%) των τριών ποικιλιών που εφαρμόστηκαν μυκητοκτόνα και των ασφέκαστων μαρτύρων	60

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Στάδιο ανάπτυξης των φυτών των τριών ποικιλιών κατά Zadoks και μετεωρολογικά δεδομένα από την σπορά μέχρι την συγκομιδή.....	31
Διάγραμμα 2 Απεικόνιση της εξέλιξης των Μ.Ο. ύψους για τις τρεις ποικιλίες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου από την σπορά 25/11/2017 μέχρι και την συγκομιδή 7/6/2018.....	42
Διάγραμμα 3 Απεικόνιση των μετρήσεων χλωροφύλλης με τον φορητό μετρητή	55
Διάγραμμα 4 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Bumper 25EC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες.....	56
Διάγραμμα 5 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Comet 20EC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες.....	56
Διάγραμμα 6 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Madison 263SC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες.....	56
Διάγραμμα 7 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Prosaro 250EC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες.....	57
Διάγραμμα 8 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Sphera 535SC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες.....	57
Διάγραμμα 9 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Bumper 25EC και σε σπόρους από τους αψέκαστους μάρτυρες	58
Διάγραμμα 10 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Comet 20EC και σε σπόρους από τους αψέκαστους μάρτυρες	58
Διάγραμμα 11 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Madison 263SC και σε σπόρους από τους αψέκαστους μάρτυρες	59
Διάγραμμα 12 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Prosaro 250EC και σε σπόρους από τους αψέκαστους μάρτυρες.....	59
Διάγραμμα 13 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Sphera 535SCC και σε σπόρους από τους αψέκαστους μάρτυρες.....	59
Διάγραμμα 14 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Bumper 25EC και αψέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών.....	60
Διάγραμμα 15 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Comet 20EC και αψέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών.....	60
Διάγραμμα 16 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Madison 263SC και αψέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών.....	61

Διάγραμμα 17 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Prosaro 250EC και αψέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών.....	61
Διάγραμμα 18 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Sphera 535SC και αψέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών.....	61

1.Εισαγωγή

1.1 Ιστορικά και καταγωγή

Ο ανθρώπινος πολιτισμός και η καλλιέργεια του σιταριού εξελίσσονται παράλληλα εδώ και 10000 χρόνια, από την στιγμή δηλαδή που ο άνθρωπος επιχείρησε να περάσει στην παραγωγή τροφίμων για πρώτη φορά (Shewry, 2009), ενώ η πρώτη γραπτή αναφορά ανακαλύφθηκε στο Ισραήλ το 1950 σε πλάκα από πηλό με σφηνοειδή γραφή του 1700 π.Χ. (Χρηστίδης, 1963).

Η εξημέρωση του σιταριού πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Νοτιοδυτικής Ασίας, ανάμεσα στη λεκάνη των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη και στα βουνά της Τουρκίας, της Ιορδανίας, του Ιράν και της Συρίας. Τα πρώτα ευρήματα των δύο καλλιεργούμενων ειδών σιταριού (*Triticum monococcum* L. και *T. dicoccoides* (Körn. ex Asch. & Graebner) Schweinf.) που βρέθηκαν αποθηκευμένα, χρονολογήθηκαν περίπου στο 6700 π.Χ. σύμφωνα με τους Xiping *et al.*, 2002.

Οι Perrino *et al.*, 1996 αναφέρουν ότι ανακαλύφθηκαν άγρια μονόκοκκα και δίκκοκα σιτάρια στην Ελλάδα, στην Τουρκία, στην Συρία, στην Σερβία, στην Αρμενία κ.α που χρονολογούνται κοντά στο 7500 π.Χ. Στην Ελλάδα το άγριο *T. boeoticum* απαντάται αυτοφυές στη Βοιωτία, στην Αργολίδα, στην Αχαΐα και σε μερικά μέρη της Θεσσαλίας (Jaradat *et al.*, 1995).

Από τα πρώτα χρόνια της γεωργικής δραστηριότητας σε Ασία, Αφρική και Ευρώπη κυριάρχησε το δίκκοκο *T. dicoccum* Schrank ex Schübler. Κόκκοι του βρέθηκαν στους Τάφους των Πυραμίδων της Αιγύπτου, ενώ υπήρξε διαδεδομένο στην Κεντρική Ευρώπη και στην Αρχαία Βαβυλώνα (Χρηστίδης, 1963). Προήλθε από το άγριο δίκκοκο *T. dicoccoides* (Körn. ex Asch. & Graebner) Schweinf. που απαντάται στη Νοτιοανατολική Ασία και ανακαλύφθηκε από τον Aaronsohn το 1906 στην Παλαιστίνη (Buller, 1919, Carleton, 1924).

Το σιτάρι σπέλτα (*T. spelta* L.) εμφανίστηκε μεταγενέστερα σε σχέση με το μονόκοκκο και το δίκκοκο σιτάρι. Τα πρώτα ίχνη του στην κεντρική Ευρώπη χρονολογούνται στο τέλος της νεολιθικής περιόδου (2.500-1.700 π.Χ.) και η ευρεία διασπορά του στη Βόρεια Ευρώπη γίνεται την Εποχή του Χαλκού (Nesbitt and Samuel, 1996). Οι πρώτες αναφορές του γίνονται κατά την αρχή της Χριστιανικής περιόδου (Buller, 1919). Αρχικά καλλιεργήθηκε στη νοτιοδυτική Ασία και αργότερα στην Ευρώπη.

Νεότερα ευρήματα υποδεικνύουν τη διαφορετική προέλευση του ευρωπαϊκού από το ασιατικό σιτάρι σπέλτα, όπου διαπιστώνεται ότι το ευρωπαϊκό δεν προέρχεται από τους

«ντυμένους» προγόνους του μαλακού σιταριού, αλλά από ανεξάρτητο ευρωπαϊκό κέντρο προέλευσης (Kohler-Schneider and Caneppele, 2009). Η συνδυασμένη διαφοροποίηση των αλληλόμορφων των γονιδιωμάτων Α και Β στο ευρωπαϊκό σπέλτα υποδεικνύει τη μετάβαση από ένα τετραπλοειδές σιτάρι σε γυμνόσπερμο εξαπλοειδές σιταριού ως την προέλευση του ευρωπαϊκού σπέλτα (Blatter et al., 2004).

Τα σιτάρια χωρίς λέπυρα (γυμνόσπερμα), ειδικά το μαλακό και το σκληρό σιτάρι, αντικατέστησαν τα σιτάρια που ήταν «ντυμένα» με λέπυρα και κυριάρχησαν στην καλλιέργεια σιταριού κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, περίπου το 100 π.Χ. (Κορπέτης *et al.*, 2013). Στις αρχές του 20ου αιώνα τα μόνα «ντυμένα» σιτάρια με εύθραυστη ράχη που παρέμεναν στην καλλιέργεια ήταν το μονόκοκκο σιτάρι, το δίκκοκκο και το σπέλτα.

1.2 Ταξινόμηση και χρήσεις

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum*. Η κατάταξη των ειδών του γένους γίνεται με βάση τις ομάδες χρωμοσωμάτων που περιέχουν. Το γένος *Triticum* έχει τρεις κύριες ομάδες χρωμοσωμάτων τις Α, Β, D. Ανάλογα με τον αριθμό των ομάδων διακρίνουμε τα είδη σε διπλοειδή AA ($2n=14$), τετραπλοειδή AABB ($2n=28$) και εξαπλοειδή AABBDD ($2n=42$). Αναφέρεται και μία τέταρτη ομάδα η G, που μοιάζει αρκετά με την Β και προσδιορίστηκε στο είδος *Triticum timopheevii*, με γένωμα AAGG. Το *T. timopheevii* χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή κυτοπλασματικής ανδροστειρότητας και παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε σκωριάσεις, ωίδιο, δαυλίτη κ.α. (Stoskopf, 1985).

Στους άγριους προγόνους του σιταριού η ράχη ήταν εύθραυστη, ώστε να διασκορπίζονται οι σπόροι με την ωρίμανση για την διαιώνιση του είδους, ενώ με την καλλιέργεια προτιμήθηκαν οι πλέον παραγωγικοί τύποι με σχετικά άθραυστη ράχη, γυμνούς και μεγάλους σπόρους και μεγάλη ικανότητα αδελφώματος.

Πιο διαδεδομένο παγκοσμίως είναι το *T. aestivum* L. subsp. *aestivum*, κοινό σιτάρι, η κύρια χρήση του οποίου είναι η παρασκευή ψωμιού. Εξίσου διαδεδομένο το *T. turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn., σκληρό σιτάρι, που χρησιμοποιείται για παραγωγή σιμιγδαλιού και ζυμαρικών. Το *T. monococcum* L. subsp. *monococcum*, μονόκοκκο σιτάρι, καλλιεργείται για την παρασκευή μαύρου ψωμιού και ζωοτροφή. Το *T. turgidum* subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell. καλλιεργείται ως ζωοτροφή και το *T. aestivum* subsp. *compactum* (Host) Mackey καλλιεργείται ιστις ΗΠΑ και χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική και την

αρτοποιία. Τέλος, το *T. aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell. θεωρείται το πρώτο εξαπλωειδές σιτάρι. Ο κόκκος είναι ντυμένος και προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε συστήματα παραγωγής μειωμένων εισροών και το αλεύρι του χρησιμοποιείται για την παραγωγή ειδικών τύπων ψωμιού και αρτοσκευασμάτων.

1.3 Τα σιτηρά στην Ελλάδα

Τα σιτηρά οι Αρχαίοι Έλληνες τα ονόμαζαν "Δήμητρας καρποί", "δημήτριοι καρποί", "δημητριακά σπέρματα" ή απλά "δημητριακοί". Καλλιεργούσαν τέσσερα γένη δημητριακών: τον πύρον (σίτον), την όλυρα (ζείαν) που αντιστοιχεί στο είδος *T. aestivum* L. subsp. *spelta* (Λέτσας, 1957), την κριθήν και τον κεχρόν.

Η καλλιεργούμενη έκταση στα σιτηρά ακολούθησε αντιστρόφως ανάλογη πορεία σε σχέση με την παραγωγή και έτσι από τα 15,5 εκατομμύρια στρέμματα που καλλιεργούνταν το 1940 και τους 1,39 εκατομμύρια τόνους παραγωγή φτάσαμε στην καλλιέργεια 8,9 εκατομμυρίων στρεμμάτων το 2015, από τα οποία παράχθηκαν περίπου 4 εκατομμύρια τόνοι (ΕΛΣΤΑΤ). Προφανώς η αύξηση στην παραγωγή οφείλεται στην αύξηση των αποδόσεων που προήλθε από την χρήση βελτιωμένων ποικιλιών, φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, λιπασμάτων, καθώς και σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών.

Τα χειμερινά σιτηρά καταλαμβάνουν το 80% των καλλιεργούμενων εκτάσεων σε σιτηρά. Η μεγάλη τους σημασία οφείλεται στην ικανότητα τους να αξιοποιούν φτωχά εδάφη, άγονα, ακόμα και σε ορεινές περιοχές, όπου καμία άλλη καλλιέργεια δεν θα μπορούσε να αποδώσει ικανοποιητικά. Την πρώτη θέση μεταξύ των χειμερινών σιτηρών καταλαμβάνει το σκληρό και το μαλακό σιτάρι, που αποτελούν και την βάση της διατροφής του πληθυσμού.

1.4 Χαρακτηριστικά ποικιλιών σκληρού σίτου που χρησιμοποιήθηκαν

Simeto:

Διασταύρωση: capeti8 x valnova

Ύψος: μέτριο, 80-85 cm

Στάχυ: επιμήκης, μέτριος, μαύρα άγανα

Σπόρος: επιμήκης, μεγάλος

Πρωιμότητα: πρώιμη

Αδέλφωμα: μέτριο

Λίπανση: μέχρι 16 μονάδες

Αντοχή στο ψύχος: ικανοποιητική

Αντοχή σε ξηροθερμικές συνθήκες: μεγάλη

Αντοχή σε πλάγιασμα: μεγάλη

Αντοχή σε ωίδιο: μέτρια

Αντοχή σε σκωρίαση: μέτρια

Αντοχή σε σεπτόρια: μέτρια

Σπορά: Νοέμβριος - Δεκέμβριος

Σπόρος / στρέμμα: 20 - 23 κιλά

Πρωτεΐνη: 14,0 - 14,8

Εκατολιτρικό (kg/hl): 78 - 82

Βάρος 1000 Σπόρων: 36 - 39 gr

Ποικιλία σκληρού σίτου πρώιμη με μέτριο αδέλφωμα πού ανταποκρίνεται άριστα στην αζωτούχο (N) λίπανση. Στάχυ επιμήκες, μεγάλο με πολλά μαύρα άγανα, μεγάλο σπόρο με έντονο κεχριμπαρένιο χρώμα.

Quadrato:

Το χρώμα της και η υψηλή ποιότητα γλουτένης την καθιστούν μία εξαιρετική ποικιλία που συνδυάζει τις μεγάλες αποδόσεις με την άριστη ποιότητα.

Διασταύρωση: Creso X Trinakria

Φυτό: Όρθιο, ανθεκτικό στο πλάγιασμα.

Ύψος: 76 – 90 cm

Χρώμα Φυτού: Ανοιχτό πράσινο.

Όψη Φύλλου: Ημιευθύ.

Σχήμα Στάχυ: Ημισυμπαγές με παράλληλες άκρες.

Χρώμα Στάχυ: Ανοιχτόχρωμα βράκτεια που καταλήγουν σε μακριά μαύρα άγανα.

Αντοχή στις ασθένειες: Εξαιρετική.

Εποχή Ξεσταχύσματος: 2 μέρες μετά το simeto.

Σχήμα σπόρου: Επιμήκης μεγάλος με έντονο χρώμα κεχριμπαριού.

Εκατολιτρικό Βάρος: 78 – 88 kg/hl

Βάρος 1000 σπόρων: 45 – 55 gr

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά: Άριστο για παρασκευή ζυμαρικών.

Περιβάλλον Καλλιέργειας: Εύφορες περιοχές και εδάφη που ευνοούν την ανάπτυξη βαθιών ριζικών συστημάτων.

Συνιστώμενη ποσότητα σπόρου : 24-25 κιλά / στρέμμα.

Ιταλική ποικιλία σκληρού σιταριού με πολύ καλή προσαρμοστικότητα, υψηλή παραγωγή σε σπόρο με σκούρο άγανο καλό αδέλωμα, άριστο ειδικό βάρος και άριστη ποιότητα παραγόμενης πάστας.

Egeo:

Πρώιμη ποικιλία σκληρού σίτου με πολύ υψηλό δυναμικό παραγωγής. Μεγάλη σταθερότητα απόδόσεων και εξαιρετικό εκατολιτρικό βάρος. Υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και πολύ καλή ποιότητα γλουτένης

Διασταύρωση: Claudio / V80

Ύψος: μέσο

Χρώμα αγάνων: λευκό

Δυναμικό παραγωγής: πολύ υψηλό

Ξεστάχυασμα: πρώιμο

Εκατολιτρικό βάρος: πολύ υψηλό

Δείκτης κίτρινων χρωστικών: υψηλός (23-25)

Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη: υψηλή

Ποιότητα γλουτένης: πολύ καλή

Πυκνότητα σποράς: 18 - 20 κιλά/στρέμμα

1.5 Μυκητολογικές ασθένειες σιτηρών

1.5.1 Σκωριάσεις σιτηρών

Είναι ασθένειες που οφείλονται σε Βασιδιομύκητες της τάξης των Uredinales. Χαρακτηρίζονται υποχρεωτικά παράσιτα και έχουν ένα πολύπλοκο βιολογικό κύκλο με κύρια σημεία την ετεροουκία, τα πολλά στάδια σπορίων και την μεγάλη εξειδίκευση σε ξενιστές.

Τα συμπτώματα που προκαλούνται από τους μύκητες των σκωριάσεων στα όργανα των ξενιστών, φύλλα, κολεούς, στελέχη, ανθικά όργανα, λέπυρα κ.α. είναι φλύκταινες ουρεδοσπορίων και τελειοσπορίων σε διάφορα σχήματα και χρώματα, απλές ή συνενωμένες.

Οι κυριότερες σκωριάσεις είναι:

- Μαύρη σκωρίαση ή σκωρίαση του στελέχους του σιταριού: *Puccinia graminis* Pers.
- Καστανή σκωρίαση ή σκωρίαση των φύλλων: *Puccinia recondita* Rob. Desm. f. sp. *tritici*
- Κίτρινη σκωρίαση ή γραμμωτή σκωρίαση: *Puccinia striiformis* West

1.5.2 Άνθρακες και Δαυλίτες

Αποτέλεσαν αντικείμενο έρευνας για περισσότερο από δύο αιώνες. Προκαλούνται από Βασιδιομύκητες της τάξης των Ustilaginales και πιο συγκεκριμένα οι Άνθρακες από τα γένη *Ustilago* και *Urocystis* και οι Δαυλίτες από το γένος *Tilletia*. Η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών, η εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων και οι σύγχρονες καλλιεργητικές τεχνικές μείωσαν εξαιρετικά τις σημαντικές απώλειες στην παραγωγή που είχαμε παλαιότερα. Μολύνουν μόνο μια φορά στην περίοδο του βλαστικού κύκλου του ξενιστή, οπότε η διατήρηση και επιμόλυνση της επόμενης καλλιέργειας γίνεται μέσω των σπόρων ή του εδάφους.

1.5.3 Ωίδιο

Προκαλείται από το υποχρεωτικό παράσιτο και απολύτως εξειδικευμένο είδος *Erisiphe graminis* DC. f. sp. *tritici*. Παρατηρείται σε υγρές και ψυχρές περιοχές. Το παθογόνο μειώνει την φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού, απορροφάει τα θρεπτικά του συστατικά και επιταχύνει την αναπνοή και την διαπνοή, περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο την ζωηρότητα του φυτού που οδηγεί σε καχεκτικά φυτά με μειωμένη ικανότητα παραγωγής στάχων και ελάττωση του βάρους των κόκκων. Προσβάλλει όλα τα εναέρια μέρη του ξενιστή του και είναι περισσότερο εμφανή τα συμπτώματα στην άνω επιφάνεια των κατώτερων φύλλων.

1.5.4 Σήψεις ριζών και στελέχους

Παρασιτικό πλάγιασμα σιτηρών: σε αγρούς που καλλιεργείται κατ' επανάληψη σιτάρι η ασθένεια είναι πιο έντονη. Μπορεί να εξασθενίσει ολόκληρο το φυτό, συνήθως όμως εξασθενεί ή νεκρώνει μερικά αδέρφια, περιορίζει τον αριθμό των κόκκων, πλαγιάζει τα καλάμια και δυσκολεύει το θερισμό. Προκαλείται από τον μύκητα *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Dei, που σχηματίζει κονίδια.

Σήψη λευκών στάχων: εμφανίζεται στον αγρό κατά κηλίδες ή σποραδικά και προσβάλλει ρίζες, λαιμό και στέλεχος. Παθογόνο αίτιο είναι ο Ασκομύκητας *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx. & Oliv. var. *tritici*.

Ριζοκτονίαση: προκαλείται από τους μύκητες *Rhizoctonia solani* Kuhn. και *Rhizoctonia cerealis* v.d. Hoeven. Διαβιούν στο έδαφος και προσβάλλουν το ριζικό σύστημα όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές. Η αμειψισπορά είναι ο κύριος τρόπος αντιμετώπισης της ασθένειας.

Σήψεις από *Pythium*: παθογόνα αίτια είναι οι μύκητες του γένους *Pythium* και κυρίως τα *P. arrhenomanes* Drechs., *P. graminicola* Subr., *P. aphanidermatum* (Edson) Fitts., *P. ultimum* Trow., κ.α. Η διατήρηση τους με την μορφή ωοσπορίων για πολλά χρόνια στα πρώτα 10-15 εκατοστά της επιφάνειας του εδάφους, αποτελούν και το πρωτογενές μόλυσμα για την καλλιέργεια.

Ξερή σηψιρριζία: Μολύνσεις από μη εξειδικευμένα παράσιτα παρατηρούνται ιδιαίτερος σε ξηρές περιοχές. Τα παθογόνα αίτια είναι μύκητες του γένους *Fusarium* με κυριότερα τα *F. graminearum* Schwabe και *F. culmorum* (Smith) Sacc. Όλα τα είδη επιβιώνουν στο έδαφος σαπροφυτικά ή με χλαμυδοσπόρια.

1.5.6 Ελμινθοσποριάσεις

Διακρίνονται σε ελμινθοσποριάσεις του λαιμού με παθογόνο αίτιο τον μύκητα *Bipolaris sorokiniana* Sacc. με τέλεια μορφή τον Ασκομύκητα *Cochliobolus sativus* Ito & Kurib. και την κίτρινη κηλίδωση των φύλλων με παθογόνο αίτιο τον Ασκομύκητα *Pyrenophora tritici - repentis* (Died.) Drechs. με ατελή μορφή τον *Drechslera tritici - repentis* (Died.) Schoem.

1.5.7 Κηλιδώσεις φύλλων

Κυριότερες είναι οι σεπτοριάσεις στις οποίες θα επεκταθούμε αναλυτικότερα σε ξεχωριστό κεφάλαιο, η ρυγχοσπορίαση (παθογόνο αίτιο ο ατελής μύκητας των *Moniliaceae*, *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis), η κεφαλοσπορίωση (*Cephalosporium gramineum* Nis. & Ika) και η αλτερναρίαση (*Alternaria alternata* (Fr.) Keiser, *A. triticina* Prasada & Prabhn.) (Θανασουλόπουλος, 1995).

1.6 Ο φυτοπαθογόνος μύκητας *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schröt

1.6.1 Ταξινόμηση

Βασίλειο: *Fungi*

Φύλο: *Ascomycota*

Τάξη: *Loculoascomycetes* (*filamentous ascomycetes*)

Σειρά: *Dothideales*

Γένος: *Mycosphaerella*

Είδος: *graminicola*

Ο *M. graminicola* αποτελεί την τέλεια μορφή του Ασκομύκητα *Septoria tritici* Roberge in Desmaz., που προκαλεί την μεγαλύτερη από οικονομικής πλευράς ασθένεια των φύλλων των σιτηρών στην Ευρώπη και σε άλλες εύκρατες περιοχές, την σεπτορίαση των σιτηρών. Ευδοκیمی σε κλίματα με βροχές κατά την διάρκεια από την ανάπτυξη του σιταριού μέχρι την εμφάνιση του φύλλου σημαίας. Η αντιμετώπιση της ασθένειας γίνεται με την χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και εφαρμογή μυκητοκτόνων κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει ουσιώδης πρόοδος στην ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών σιταριού, που σε μεγάλο βαθμό βασίζεται σε μερική ανθεκτικότητα, που είναι γενικά

αποτελεσματική έναντι όλων των γνωστών γενοτύπων (Angus και Fenwick, 2008). Αν και η χρήση των μυκητοκτόνων για την αντιμετώπιση του *M. graminicola* κρίνεται επιτυχημένη, η αποτελεσματικότητα των δύο κύριων γκρουπ χημικών έχει εξασθενήσει, καθώς η ανθεκτικότητα στις τριαζόλες και τα QoIs έχουν μεγαλώσει τον πληθυσμό τους (Fraaije *et al.*, 2005, 2007).

1.6.2 Συμπτώματα της ασθένειας

Εμφανίζονται όλο το διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου σε όλα τα εναέρια μέρη των ξενιστών. Αρχικά στα κατώτερα φύλλα σχηματίζονται χλωρωτικά στίγματα, που αργότερα εξελίσσονται σε νεκρωτική κηλίδα και πάνω στην οποία εμφανίζονται μαύρα- καφέ πυκνίδια. Τα πυκνίδια που σχηματίζονται είναι σφαιροειδή ή ωοειδή και παράγουν υαλώδη, σε μορφή σκουληκιού και πολύ λεπτά, τρικύτταρα πυκνιδιοσπόρια (Ben hassine και Hamada, 2013, Hollaway, 2014). Τα πυκνιδιοσπόρια εμφανίζουν έως και 7 σέπτα με διαστάσεις που κυμαίνονται από 20-98μm x 1,4-3,8μm, ενώ τα ασκοσπόρια του μύκητα είναι δικύτταρα 10-15 μm x 2-3μm και περιθήκια 70-100μm (Sanderson και Hampton, 1978, Θανασουλόπουλος, 1995).

Σταδιακά οι μολυσμένοι ιστοί χάνουν την σπαργή τους, κιτρινίζουν και τέλος γίνονται καστανοκόκκινοι. Σε μερικές κηλίδες το κέντρο γίνεται καστανογκρίζο ή σταχτί. Η νέκρωση των ιστών επεκτείνεται πέρα από τα κύτταρα που έχουν αποικιστεί, πιθανώς λόγω της τοξίνης που διαχέεται, προκαλείται μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας και ως εκ τούτου μείωση της παραγωγής.

1.6.3 Διαδικασία παθογένεσης

Η επιδημική φάση είναι πολύ καλά μελετημένη και παρουσιάζεται σωστά σε μοντέλα προσομοίωσης και πρόβλεψης (Madden *et al.*, 2007). Αντίθετα, αυτό που δεν έχει εξεταστεί ενδελεχώς είναι η διαχείμαση του μύκητα και οι πρώτες μολύνσεις. Στις συμβατικές καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών η παραγωγή συγκομίζεται νωρίς το καλοκαίρι και οι σπόροι της επόμενης καλλιέργειας φυτρώνει στα μέσα του φθινοπώρου. Η σεπτορίαση παρουσιάζεται συνήθως, μεταξύ Μαρτίου και Ιουλίου. Για να προκύψει επιδημία, το παθογόνο θα πρέπει να παράγει πρωτογενές μόλυσμα κατά το φύτευμα, οπότε πρέπει να βρει τρόπο να επιβιώσει μέχρι αυτό το σημείο. Επιπλέον, το παθογόνο πρέπει να επιβιώσει

την περίοδο του χειμώνα είτε στα φυτά, ή σε κάποιες δομές επιβίωσης. Επομένως η δημιουργία πρωτογενούς μολύσματος και η δυνατότητα διαχείμασης περιλαμβάνουν ποικίλες δομές (ασκοσπόρια, πυκνιδιοσπόρια, μυκκήλιο) και ποικιλία φυτικού υλικού (σπόροι, καλάμια και υπολείμματα, φυτά - εθελοντές και διάφορα είδη χορταριών).

Ο μολυσματικός κύκλος του *Mycosphaerella graminicola* από άποψη βιολογίας κυττάρου, μπορεί να χωριστεί σε τρεις φάσεις που ξεκινούν από την είσοδο του μύκητα, ακολουθεί ο αποικισμός των φυτικών ιστών και τέλος ο σχηματισμός των καρποφοριών. Η μόλυνση ξεκινά με την βλάστηση των πυκνιδιοσπορίων ή των ασκοσπορίων που είναι και τα δύο παθογενετικά (Suffert *et al.*, 2011, Shipton *et al.*, 1971, Hilu και Bever, 1957, Eyal *et al.*, 1987) και έχουμε ανάπτυξη υφών μόλις έρθουν σε επαφή με φύλλο (Duncan και Howard, 2000, Kema *et al.*, 1996a).

Είναι ένα παθογόνο που πολλαπλασιάζεται τόσο εγγενώς με ασκοσπόρια, όσο και αγενώς με πυκνιδιοσπόρια, τα οποία εξαπλώνονται μέσω του αέρα και της βροχής αντίστοιχα (Cohen και Eyal, 1993, Duncan και Howard, 2000, Kema *et al.*, 1996a).

Οι Eriksen και Munk (2003) αναφέρουν ότι οι πρωταρχικές πηγές μόλυνσης των νεαρών φυτών σιταριού το φθινόπωρο αποτελούνται κυρίως από ασκοσπόρια. Η αρχική είσοδος στον ξενιστή γίνεται μέσω των στομάτων ή με απευθείας διάτρηση των ιστών (Kema *et al.*, 1996a, Shetty *et al.*, 2003, 2007, Siah *et al.*, 2010). Ο μύκητας αναπτύσσεται μέσα στον ιστό του ξενιστή έως 4 εβδομάδες, αλλά συνήθως μετά την πάροδο 10-14 ημερών γίνονται εμφανή τα συμπτώματα. Ο τύπος της ανάπτυξης στην λανθάνουσα φάση περιγράφεται ως βιοτροφικός, αν και δεν υπάρχει καμία απόδειξη θρέψης και δεν παρατηρείται καμία ειδική δομή που να σχετίζεται με άλλα βιοτροφικά παθογόνα (Keon *et al.*, 2007, Shetty *et al.*, 2007). Πράγματι, το συγκεκριμένο παθογόνο δεν έχει αναφερθεί να διαρρηγνύει το κυτταρικό τοίχωμα ή την κυτταρική μεμβράνη του ξενιστή.

Τα ασκοσπόρια που εντοπίζονται στα υπολείμματα του σιταριού αποτελούν την πλέον σημαντική μορφή πρωτογενούς μολύσματος. Τα ασκοσπόρια του *M. graminicola* συγκρατούνται σε έναν ασκό που παράγεται στα καρποφόρα όργανα των σεξουαλικών σταδίων, τα ψευδοθήκια, που καλούνται επίσης και ασκοκάρπια ή περιθήκια. Είναι το αποτέλεσμα της συνάντησης μεταξύ στελεχών με αντίθετους τύπους ζευγαρώματος που είναι απαραίτητα για αναπαραγωγή (Kema *et al.*, 1996a). Το σύστημα ζευγαρώματος είναι διπολικό και ετεροθαλικό. Κάθε ασκός περιέχει 8 δικύτταρα ασκοσπόρια (Halama, 1996) και κάθε περιθήκιο, σύμφωνα με τους Eriksen και Munk (2003), περιλαμβάνει 19-45 ασκούς, με ένα μέσο όρο στους 26. Αν υποθέσουμε ότι όλοι αυτοί ωριμάζουν ταυτόχρονα,

έχουμε περίπου 200 ασκοσπόρια για κάθε ψευδοθήκιο. Στη σκιά ή σε σκοτάδι μπορούν να μείνουν ζωντανά για 1-2 εβδομάδες, ενώ όταν εκτεθούν στο φως για 1-2 ημέρες (Brown *et al.*, 1978). Σε ιδανικές συνθήκες μπορούν να παραμείνουν ζωντανά για μεγάλο διάστημα και να διασπαρθούν με τον άνεμο (Suffert *et al.*, 2011).

Τα ψευδοθήκια μπορούν να παρατηρηθούν σε όλη την διάρκεια της σαιζόν, αλλά πάντα εμφανίζονται αρκετά αργότερα από την εμφάνιση των πυκνιδίων πάνω σε μολυσμένα φύλλα (Hunter *et al.*, 1999, Eriksen και Munt, 2003). Ο λόγος ψευδοθήκια / πυκνίδια αυξάνει κατά τη διάρκεια ζωής της επιφάνειας των φύλλων, κάτι που αποτελεί μια στρατηγική επιβίωσης έναντι των πηγών του ξενιστή.

Από την λήξη της λανθάνουσας περιόδου (περίοδος χωρίς πυκνίδια) και την εμφάνιση των ψευδοθηκίων παρατηρήθηκε μια καθυστέρηση 29-53 ημερών (Eriksen και Munt, 2003). Επομένως ο χρόνος εμφάνισης των ψευδοθηκίων από την έναρξη της μόλυνση ανέρχεται σε 46-76 ημέρας, συμπεριλαμβανομένων 17-23 ημερών της λανθάνουσας φάσης. Τα ψευδοθήκια που παράγονται σε πράσινα φύλλα, κατά τη διάρκεια της εξάπλωσης της ασθένειας παραμένουν ενεργά σε γερασμένα φύλλα και φυτικά υπολείμματα και συγκροτούν πηγές ασκοσπορίων για μελλοντικές μολύνσεις (Suffert *et al.*, 2011).

Οι υφές του *M. graminicola* εισέρχονται στον ξενιστή μέσω των ανοιγμάτων των στοματίων τους (Hilu και Bever, 1957, Cohen και Eyal, 1993, Kema *et al.*, 1996a, Shetty *et al.*, 2003). Αν και η δυνατότητα του μύκητα να εισβάλει απευθείας στην επιδερμίδα είναι κάτι που ακίμα ερευνάται (Weber, 1922, Hilu και Bever, 1957, Duncan και Howard, 2000, Shetty *et al.*, 2003).

Οι υφές εμφανίζονται μετά από 12-14 ώρες στις κοιλότητες των στοματίων (Hilu and Bever, 1957, Shipton *et al.*, 1971, Kema *et al.*, 1996a, Duncan and Howard, 2000), από όπου αποικίζουν τον ιστό του μεσοφύλλου του φυτού. Η πλειονότητα των υφών αναπτύσσονται κατά μήκος του φύλλου (Hilu και Bever, 1957) και υπάρχουν υφές που παραμένουν αποκλειστικά στους μεσοκυττάριους χώρους των ιστών (Kema *et al.*, 1996a). Μέσα σε διάστημα 9-15 ημερών δημιουργούν ένα δίκτυο με διακλαδώσεις που αποικίζει το μεσόφυλλο (Shetty *et al.*, 2003). Περίπου 3-11 ημέρες μετά την μόλυνση οι υφές αρχίζουν να καταλαμβάνουν τους μεσοκυττάριους χώρους και αρχίζουν να εμφανίζονται σε αυτές τις κοιλότητες προ - πυκνίδια (Cohen και Eyal, 1993, Kema *et al.*, 1996a, Shetty *et al.*, 2003, Duncan και Howard, 2000).

Μέχρι αυτό το στάδιο του αποικισμού η ασθένεια παραμένει χωρίς συμπτώματα, τα φύλλα δείχνουν υγιή και πολύ αραιά παρατηρείται νεκρό κύτταρο (Hilu και Bever, 1957). Σύμφωνα

με τους Shipton *et al.*, 1971, αυτή η περίοδος χωρίς συμπτώματα που καλείται "λανθάνουσα" επεκτείνεται ασυνήθιστα και ποικίλει μεταξύ 6 και 36 ημερών και εξαρτάται από τον συνδυασμό του γενότυπου του σιταριού και την απομόνωση του μύκητα, καθώς και από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες. Βέβαια σε συνθήκες εργαστηρίου η κατάσταση αυτή διαρκεί 9-14 ημέρες (Shetty *et al.*, 2003). Στην πραγματικότητα δεν είναι εντελώς ξεκάθαρο αν ο μύκητα ζει και τρέφεται από τις πηγές του φυτού σε αυτό το στάδιο (Sanchez-Vallet, 2015).

Ο σχηματισμός των πυκνιδίων γίνεται στις κοιλότητες των στοματίων. Δημιουργούνται από εκτενή ανάπτυξη, με διακλαδώσεις και ένωση υφών, που προέρχονται από τη μία ή δύο υφές που εισέρχονται στην στοματική κοιλότητα (Hilu και Bever, 1957). Ο αποικισμός και ο σχηματισμός των προ - πυκνιδίων λαμβάνει χώρα τις πρώτες 5-9 ημέρες από την μόλυνση (Duncan και Howard, 2000) και καθώς αυτοί οι σχηματισμοί αναπτύσσονται, εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες, που συνήθως εξελίσσονται σε νεκρωτικές περιοχές σε 10-20 ημέρες από την μόλυνση. Η αποσύνθεση των ιστών του ξενιστή χαρακτηρίζει την εξέλιξη της νεκρωτικής φάσης (Kema *et al.*, 1996a).

Σε αυτό το στάδιο οι υφές έχουν αναπτυχθεί σημαντικά (από αρχική διάμετρο 1μm σε 2,5μm) δημιουργώντας σέπτα ακανόνιστα. Ο τρόπος που ξεκινά η νεκρωτική φάση δεν είναι εντελώς γνωστός, ωστόσο φυτικά κύτταρα νεκρά παρατηρούνται να γειτνιάζουν με τα στομάτια (Shipton *et al.*, 1971), όπου και το περισσότερο υλικό των μυκήτων είναι συγκεντρωμένο.

Τελικά, σχηματίζονται ώριμα πυκνίδια, τα οποία παράγουν πολυκύτταρα μακροπυκνιδιοσπόρια που αναπτύσσονται από κονιδιοφόρους (Hilu και Bever, 1957, Kema *et al.*, 1996a). που διασπείρονται στην καλλιέργεια από φυτό σε φυτό μέσω της βροχής (Suffert *et al.*, 2011).

Κατά την επιδημική περίοδο η κύρια πηγή μολύσματος είναι τα πυκνιδιοσπόρια.. Βιώσιμα πυκνιδιοσπόρια που βρίσκονται μέσα σε πυκνίδια εντοπίζονται σε φύλλα που αποσυντίθενται, σε καλάμια και σε φυτικά υπολείμματα σιτηρών (Weber, 1922, Luthra *et al.*, 1938, Hilu και Bever, 1957, Wenham, 1959, Brokenshire, 1975c, Djerbi, 1977). Σύμφωνα με τους Eyal *et al.* (1987) και τον Djerbi (1977) ο *M. graminicola* σε αντίθεση με τον *P. nodorum*, δεν μπορεί να παράγει νέα πυκνίδια σε νεκρό ιστό.

Μέσα στα πυκνίδια δημιουργείται μια πηγή πυκνιδιοσπορίων που ελευθερώνονται διαδοχικά, ανάλογα με τις βροχές. Η κορύφωση της παραγωγής των πυκνιδιοσπορίων παρατηρείται όσο αυξάνεται η υγρασία και με την πάροδο του χρόνου όλο και λιγότερα

απελευθερώνονται. Τα πυκνίδια δεν μπορούν να παράγουν νέα πυκνιδιοσπόρια μετά την απελευθέρωση τους (Eyal, 1971). Σε υπολείμματα που εκτέθηκαν σε υψηλή σχετική υγρασία, η παραγωγή σπορίων έφτασε στο μέγιστο μετά από 6 ημέρες και μετά είχε πτωτική τάση, ενώ η έκθεση σε χαμηλή σχετική υγρασία έδωσε χαμηλή παραγωγή σπορίων που όμως δεν μειωνόταν με το χρόνο (Brokenshire, 1975c).

Τα πυκνιδιοσπόρια διασκορπίζονται με την βροχή σε κοντινές αποστάσεις (Holmes και Colhoun, 1975, Shaw, 1987) και μπορούν να ενεργήσουν ως πρωτογενές μόλυσμα σε περιοχές όπου έχουμε όψιμες σπορές σιταριού, αργότερα από την περίοδο που απελευθερώνονται τα ασκοσπόρια (Brown *et al.*, 1978). Επίσης, υπολείμματα φύλλων που φέρουν πυκνίδια μπορεί να διασκορπιστούν με τον αέρα και να συνεισφέρουν έτσι σαν ένα εξωγενές μόλυσμα (Suffert *et al.*, 2011).

Ο *M. graminicola* σπάνια έχει απομονωθεί από σπόρους. Επομένως και μεταξύ των φυτοπαθολόγων υπάρχει μία ομοφωνία ότι το μυκκήλιο που προέρχεται από σπόρους είναι αμελητέα μορφή ως πρωταρχικό μόλυσμα για την σεπτορίαση των σιτηρών (Suffert *et al.*, 2011).

Ο Weber (1922) ανέφερε ότι φυτά εθελοντές μολυσμένα με τον *M. graminicola* μπορούν να επιβιώσουν την περίοδο μεταξύ των καλλιεργειών και έτσι να αποτελέσουν πηγή για τις πρωτογενείς μολύνσεις στην επόμενη καλλιέργεια. Τα φυτά εθελοντές φέρουν ψευδοθήκια του *M. graminicola* που συγκεντρώθηκαν από χωράφια που προηγουμένως είχαν σπαρθεί με σιτάρι. Οι εθελοντές λοιπόν, μπορούν να θεωρηθούν πηγές μολύσματος τόσο για πυκνιδιοσπόρια, όσο και για ασκοσπόρια και μπορούν να συνεισφέρουν στην διαχείμαση του παθογόνου (Suffert *et al.*, 2011).

Συνοψίζοντας, η πορεία της μόλυνσης μπορεί να χωριστεί σε πολλά στάδια. Αρχικά σπόρια βλαστάνουν στην επιδερμίδα και ο μύκητας εισέρχεται μέσω των στοματίων και σε δεύτερη φάση, αποικίζει στο μεσόφυλλο. Κατά τη διάρκεια της λανθάνουσας φάσης μετατρέπεται σε βιομάζα μυκηλιακή που δύσκολα ανιχνεύεται, κυρίως λόγω της έλλειψης θρεπτικών στοιχείων. Ωστόσο, οι υφές διακλαδώνονται μέσα στους ιστούς του φύλλου και αποικίζουν τις στοματικές κοιλότητες γύρω από τη θέση μόλυνσης και αρχίζουν τον σχηματισμό πολυάριθμων πυκνιδίων. Πράγματι, πολύ πρόσφατα πειράματα αναφέρουν ότι η είσοδος μίας και μοναδικής υφής είναι ικανή να προκαλέσει τη δημιουργία μιας μεγάλης βλάβης στο φύλλο (Gurr και Fones, 2015).

Κατά την τρίτη φάση ο μύκητας επιτίθεται και εκκινεί το νεκρωτικό στάδιο, που χαρακτηρίζεται από την κατάρρευση των κυττάρων του ξενιστή, γεγονός που παρέχει

θρεπτικά στοιχεία για την αύξηση της βιομάζας του μύκητα και κατ' επέκταση στον μαζικό πολλαπλασιασμό των πυκνιδιοσπορίων.

Στην τέταρτη φάση έχουμε απελευθέρωση των σπορίων επιτρέποντας έτσι τη μόλυνση γειτονικών φυτών. Διαφαίνεται ότι εκκρινόμενες πρωτεΐνες μπορεί να έχουν ρόλο κλειδί στην εγκατάσταση της λανθάνουσας φάσης και πιθανά στην έναρξη της νεκρωτικής φάσης (Motteram *et al.*, 2009, Lee *et al.*, 2014, Marshall *et al.*, 2011).

1.6.4 Αντιμετώπιση

Στη Δυτική Ευρώπη η διαχείριση της ασθένειας βασίζεται στη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και στην εφαρμογή μυκητοκτόνων, κάτι που συναντά δυσκολίες μιας και δεν είναι πάντα εύκολο να προκύπτουν νέες ποικιλίες ανθεκτικές, αλλά και παραγωγικές (Brown *et al.*, 2008), ενώ παράλληλα αναπτύσσεται ανθεκτικότητα στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Leroux *et al.*, 2006). Γίνεται επομένως αναγκαία η ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων, όπως η προώθηση της διαφυγής της ασθένειας (Lovell *et al.*, 1997) και η μείωση του διαθέσιμου μολύσματος πριν την επιδημική φάση, μέσω καλλιεργητικών τεχνικών, όπως η διαχείριση των υπολειμμάτων και η εναλλαγή των καλλιεργειών.

Η μείωση του αρχικού μολύσματος μειώνει την δριμύτητα της ασθένειας στα πρώτα στάδια και σύμφωνα με πειράματα, παρατηρείται ότι αυτή η μείωση παρατείνεται και στα επόμενα στάδια της καλλιέργειας. Οι Parker και Lovell (2001) απέδειξαν ότι σε σπόρους που είχε γίνει εφαρμογή με τριαζόλες καθυστέρησαν να εμφανιστούν οι αρχικές μολύνσεις του *M. graminicola* και στα φύλλα της βάσης τα πυκνιδιοσπόρια ήταν μειωμένα ακόμα και 5 μήνες μετά, παρά το γεγονός ότι το μυκητοκτόνο δεν είχε πλέον δράση. Ο Sutton (1985) ανέφερε επίσης, ότι εφαρμογή τριαζόλης σε σπόρο, επέφερε έλεγχο της ασθένειας για 200 περίπου ημέρες. Οι Parker *et al.*, (1999) αναφέρουν ότι η έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες και ψυχρό αέρα των δεξαμενών μολύσματος το χειμώνα (κυρίως ασκοσπόρια), μειώνουν την δριμύτητα της καλοκαιρινής επιδημίας.

Πρόσφατα πειράματα αγρού έδειξαν ότι το όργωμα επηρεάζει τον χρόνο αλλά και την δριμύτητα της ασθένειας, πιθανώς διότι φέρει στην επιφάνεια υπολείμματα σιτηρών, παρόλο που η προηγούμενη καλλιέργεια δεν αποτελούσε ξενιστή (Maumene *et al.*, 2009). Ο Dinooor (1977) καθιέρωσε το κάψιμο του αγρού μετά την ολοκλήρωση της καλλιέργειας ως ένα τρόπο που μείωνε αισθητά την ένταση της ασθένειας, ιδιαίτερα σε ημίξηρες συνθήκες. Κάτω

από ιδανικές καιρικές συνθήκες, η για 2 χρόνια εναλλαγή των σιτηρών με άλλες καλλιέργειες, οδηγεί σε επαρκή έλεγχο της ασθένειας (Pedersen και Hughes, 1992). Η ασθένεια ήταν λιγότερο ισχυρή (Sutton και Vyn, 1990, Gilbert και Woods, 2001) ή δεν αυξήθηκε ουσιαστικά σε συντηρητικά συστήματα σε σχέση με συστήματα συμβατικής καλλιέργειας.

Οι συνθήκες του μικροπεριβάλλοντος μπορούν να επηρεάσουν την σημασία του πρωτογενούς μολύσματος. Η επιβίωση των πυκνιδίων και η βιωσιμότητα των πυκνιδιοσπορίων στα υπολείμματα εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Τα πυκνιδιοσπόρια παραμένουν βιώσιμα για 2-3 μήνες σε μολυσμένα υπολείμματα σιταριού. Εντούτοις, σε ξηρά κλίματα η επιβίωση των πυκνιδίων, η βιωσιμότητα των πυκνιδιοσπορίων και η δυνατότητα αναγέννησης μικροσπορίων (Djerbi, 1977), ήταν σαφώς υψηλότερη.

Ενδογενής πηγή μολύσματος σε έναν αγρό, μπορεί να αποτελέσει εξωγενή πηγή μολύσματος για ένα γειτονικό αγρό. Γι αυτό η διαχείριση της ασθένειας με καλλιεργητικές πρακτικές (εναλλαγή καλλιεργειών, προετοιμασία, διαχείριση υπολειμμάτων) πρέπει να γίνεται σε μεγαλύτερη κλίμακα αν επιθυμούμενα μειώσουμε το αρχικό μόλυσμα (Suffert *et al.*, 2011).

1.7 Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα

1.7.1 Bumper 25EC

Διασυστηματικό μυκητοκτόνο σε γαλακτωματοποιήσιμο υγρό (EC) της ομάδας των τριαζολικών μυκητοκτόνων της κατηγορίας των DMIs με προστατευτική και θεραπευτική δράση. Δρα παρεμποδίζοντας την βιοσύνθεση της εργοστερόλης (www.alfagro.gr, www.minagric.gr/syspest).

1.7.2 Comet 20EC

Το Comet είναι ένα μυκητοκτόνο με δράση κατά των ασθενειών που προσβάλουν το φύλλωμα των σιτηρών (σιτάρι, κριθάρι, τριτικάλε) καθώς επίσης του καλαμποκιού και του ηλιάνθου. Επίσης έχει επίδραση στη φυσιολογία των φυτών ακόμη απουσία ορατών συμπτωμάτων ασθένειας. Περιέχει pyraclostrobin το οποίο παρεμποδίζει την κυτταρική αναπνοή στη θέση Q_o του συμπλόκου III της αναπνευστικής αλυσίδας και εμφανίζει αποπλαστική και διελασματική κίνηση. Παρεμποδίζει τη βλάστηση των σπορίων, την ανάπτυξη του μυκηλίου και τη σποριογένεση. Μετά την εφαρμογή του, απορροφάται

μερικώς από τα φύλλα, το οποίο εξηγεί την προστατευτική, διελασματική και τοπικά διασυστηματική του δράση (www.agro.basf.gr, www.minagric.gr/syspest).

1.7.3 Madison 263SC

Το Madison 263 SC είναι μυκητοκτόνο με βάση τις δραστικές ουσίες trifloxystrobin και prothioconazole. Εφαρμόζεται στο σιτάρι, το κριθάρι, τη σίκαλη και το τριτικάλε.

Η δραστική ουσία trifloxystrobin είναι συνθετικό παράγωγο των φυσικών στρομπιλουρινών με διελασματική δράση. Εμφανίζει κυρίως προληπτική αλλά και θεραπευτική δράση. Σε βιοχημικό επίπεδο δρα παρεμποδίζοντας τη μιτοχονδριακή αναπνοή των μυκήτων στη θέση Qo του συμπλόκου III του κυτοχρώματος bc 1 (Ομάδα Qols, υποομάδα oximinoacetates).

Το prothioconazole είναι διασυστηματικό μυκητοκτόνο της ομάδας των triazolinthiones. Σε βιοχημικό επίπεδο δρα παρεμποδίζοντας τη βιοσύνθεση εργοστερόλης (SBI), η οποία είναι το κύριο συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών των μυκήτων. Συγκεκριμένα το prothioconazole δρα στη θέση της απομεθυλίωσης του C-14 (Demethylation Inhibitors-DMIs). Το prothioconazole παρουσιάζει πολύ καλή διασυστηματική κίνηση στο φυτό μέσω των αγγείων του ξύλου (ακροπέταλη διασυστηματική κίνηση). Εμποδίζει την επιμήκυνση του βλαστικού σωλήνα του μύκητα και την ανάπτυξη των μυκηλιακών υφών. Η δράση του είναι κυρίως προληπτική (www.cropscience.bayer.gr, www.minagric.gr/syspest).

1.7.4 Prosaro 250EC

Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με βάση τις δραστικές ουσίες prothioconazole και tebuconazole. Το PROSARO χαρακτηρίζεται από υψηλή αποτελεσματικότητα και ευρύ φάσμα δράσης εναντίον ασθενειών στις καλλιέργειες: σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, σίκαλη, τριτικάλε, μπιζέλια, κτηνοτροφικά μπιζέλια, κουκιά και ελαιοκράμβη.

Το prothioconazole (υποομάδα triazolinthiones) και το tebuconazole (υποομάδα τριαζολών) είναι διασυστηματικά μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs και παρουσιάζουν προληπτική, θεραπευτική και εξοντωτική δράση σε ευρύ φάσμα μυκήτων (Βασιδιομύκητες, Ασκομύκητες, Δευτερομύκητες). Σε βιοχημικό επίπεδο δρουν παρεμποδίζοντας τη βιοσύνθεση εργοστερόλης στη θέση της απομεθυλίωσης του C-14 (Demethylation Inhibitors- DMIs).

Το prothioconazole παρέχει προστασία πριν και μετά την μόλυνση του φυτού από το παθογόνο. Απορροφάται γρήγορα από τους ιστούς του φυτού και μετακινείται στο φυτό μέσω των αγγείων του ξύλου (ακροπέταλη διασυστηματική κίνηση) προς τα νεαρά αναπτυσσόμενα όργανα (www.cropscience.bayer.gr, www.minagric.gr/syspest).

1.7.5 Sphera 535SC

Μυκητοκτόνο για την καταπολέμηση ασθενειών στα τεύτλα, στο σιτάρι και στο κριθάρι. Το trifloxystrobin, είναι συνθετικό παράγωγο των φυσικών στρομπιλουρινών με διελασματική δράση, τοπικά διασυστηματική κίνηση καθώς και αξιόλογη δράση με ατμούς. Οι στρομπιλουρίνες παρεμποδίζουν τη μιτοχονδριακή αναπνοή, διακόπτοντας τη μεταφορά των ηλεκτρονίων στην κυτοχρωμική αλυσίδα. Το trifloxystrobin δρα στη θέση Q_o του συμπλόκου III του κυτοχρώματος bc 1. Το cyproconazole (τριαζόλη) ανήκει στους παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης της εργοστερόλης. Έχει διασυστηματικές ιδιότητες (αποπλαστική κίνηση) και δράση προληπτική και θεραπευτική (www.cropscience.bayer.gr, www.minagric.gr/syspest).

1.8 Φυσικά κριτήρια ποιότητας σπόρων

1.8.1 Εκατολιτρικό βάρος

Το εκατολιτρικό βάρος προσδιορίζεται με τη χρήση του εκατολιτρικού ζυγού και εκφράζεται σε Kg/hL. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το χαρακτηριστικό αυτό είναι το σχήμα του κόκκου, η ομοιομορφία του μεγέθους και του σχήματος του συνόλου των κόκκων και από την πυκνότητα των σπόρων. Είναι ένας από τους βασικούς δείκτες απόδοσης σε σιμιγδάλι ή αλεύρι. Ανάλογα με τις τιμές που προκύπτουν κατατάσσεται σε άριστη ποιότητα (>82 Kg/hL), 1η ποιότητα (>78 Kg/hL), 2η ποιότητα (>76 Kg/hL), ενώ κάτω από 76 Kg/hL δεν θεωρείται κατάλληλο για αρτοσκευτάσματα. Το ελληνικό σιτάρι κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 74-78 Kg/hL.

1.8.2 Υαλώδεις κόκκοι

Σημαντικός παράγοντας για την ποιοτική κατάταξη των σιτηρών που επηρεάζει άμεσα την απόδοση σε σιμιγδάλι, αποτελεί και το ποσοστό των υαλώδων κόκκων. Υψηλό επίπεδο από αλευρώδεις κόκκους μειώνει την απόδοση σε σιμιγδάλι και το υποβαθμίζει ποιοτικά. Περιεκτικότητα σε υαλώδεις κόκκους μεγαλύτερη από 90% συναντάται σε υψηλής ποιότητας σιτηρά και περιεκτικότητα 80-89% σε ποιοτικούς μέτρια σιτηρά. Όσο μεγαλύτερο

είναι το ποσοστό των υαλωδών κόκκων, που σημαίνει και σκληρότεροι κόκκοι, τόσο καλύτερα γίνεται ο διαχωρισμός του ενδοσπερμίου από τα υπόλοιπα συστατικά, οδηγώντας σε υψηλής καθαρότητας προϊόν.

1.8.3 Πρωτεΐνη

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση των ολικών πρωτεϊνών είναι κυρίως η αζωτούχος λίπανση, η ποικιλία και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Στα σιτηρά τα ποσοστά των πρωτεϊνών είναι μεταξύ 6-20%. Ανάλογα με τα ποσοστά κατατάσσονται σε υψηλής ποιότητας (πάνω από 13%), μέτριας ποιότητας (μεταξύ 11,5-13%) και χαμηλής ποιότητας (10-11,5%). Όταν το ποσοστό είναι χαμηλότερο από 10% τα σιτηρά καταλήγουν σε ζωοτροφή (Μπαξεβάνος, 2011).

1.9 Σκοπός διατριβής

Η σεπτορίαση των σιτηρών αποτελεί μια ασθένεια με μεγάλες οικονομικές επιπτώσεις και ιδιαίτερα σε χρονιές που οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την εξάπλωση του *Mycosphaerella graminicola* η μείωση της παραγωγής είναι εξαιρετικά σημαντική. Το ενδιαφέρον των καλλιεργητών στη Θεσσαλία, αλλά και στην Ελλάδα γενικότερα, για τον περιορισμό των απωλειών και την διαχείριση της ασθένειας έχουν κατευθύνει την έρευνα σε τρόπους αντιμετώπισης και εύρεση κατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών.

Στη συγκεκριμένη διατριβή χρησιμοποιήσαμε 3 ποικιλίες σκληρού σίτου (Simeto, Quadrato & Egeo), που χρησιμοποιούνται ευρέως στον θεσσαλικό κάμπο, προκειμένου να αξιολογήσουμε την συμπεριφορά τους σε συνθήκες αγρού και με βάση τις φυσικές μολύνσεις από τον μύκητα *M. graminicola*.

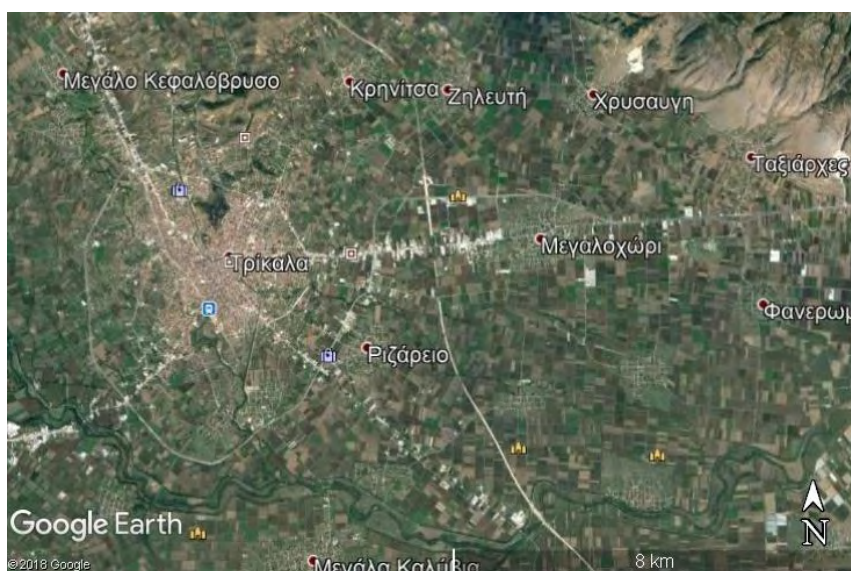
Σκοπός μας ήταν να εξετάσουμε την ευαισθησία των 3 ξενιστών στα διάφορα στάδια της καλλιέργειας και πως αυτή εξελίχθηκε με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, κοντά στο τελικό στάδιο της καλλιέργειας έγινε εφαρμογή με εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα για να εξετάσουμε την επίδραση τους στα φυτά, αλλά και στα χαρακτηριστικά των σπόρων που συγκομίστηκαν.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

2.1.1 Τοποθεσία πειραματικού αγρού

Το αγροτεμάχιο που επιλέχθηκε για την πειραματική διαδικασία βρίσκεται στην τοποθεσία "Παναγιές" του Δ.Δ Μεγαλοχωρίου που ανήκει στον Δήμο Τρικαίων, της Περιφερειακής Ενότητας Τρικάλων με συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ87 X: 315629 και Y: 4380709 όπως φαίνεται στην Εικ. 1.



Εικόνα 1 Χάρτης της ευρύτερης περιοχής των Τρικάλων

Ακολούθησε η οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων και επιλέχθηκε η σειρά με την οποία τοποθετήθηκαν οι ποικιλίες που εξετάστηκαν. Τοποθετήθηκαν κίτρινες ταμπέλες για την σήμανση των τεμαχίων (Εικ. 2)



Εικόνα 2 Τοποθέτηση ταμπελών για την οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων και επιλογή της σειράς που θα τοποθετηθούν οι ποικιλίες

2.1.2 Χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού

Κατά την καλλιεργητική περίοδο

Από τις 13 Φεβρουαρίου ξεκίνησε η συλλογή δειγμάτων από το χωράφι. Κάθε 5 ή κάθε 10 ημέρες και ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούσαν μετά από επίσκεψη στον αγρό λήφθηκαν δείγματα και από τις 3 ποικιλίες, προκειμένου να εντοπιστεί το στάδιο ανάπτυξης τους, να μετρηθούν πυκνότητες φυτών και αριθμοί φύλλων, να διαπιστωθεί αν υπάρχουν συμπτώματα, να μετρηθεί η φωτοσυνθετική τους ικανότητα κ.α.

Για κάθε ποικιλία επιλεγόταν κάθε φορά τυχαία 3 τεμάχια 0,25τ.μ (0,5μ. x 0,5μ.), ξεριζώνονταν όσα φυτά υπήρχαν στα τεμάχια αυτά και ακολουθούσαν οι μετρήσεις και η λήψη φωτογραφιών.

Όταν τα φυτά έφτασαν στο τελικό τους στάδιο (20/5) και από τις 3 ποικιλίες πριν γίνει η εφαρμογή με τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, συλλέχθηκαν τυχαία από 100 φυτά και φωτογραφήθηκαν με φωτογραφική μηχανή ανάλυσης 16MP το φύλλο σημαία, το 2ο και το 3ο φύλλο για να διαπιστωθεί πόση από την επιφάνεια του κάθε φύλλου έχει προσβολή και να βρούμε το ποσοστό της προσβολής.

Πριν το θερισμό

Από κάθε τεμάχιο και για κάθε εφαρμογή συν τον μάρτυρα συλλέχθηκαν στάχυα για να αξιολογηθεί η εικόνα και το μήκος τους, καθώς και για να ληφθούν μετρήσεις για τον σπόρο κάθε ποικιλίας.

2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα λήφθηκαν από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Τρικάλων που ανήκει στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και βρίσκεται σε υψόμετρο 163m στο Κάστρο των Τρικάλων.

2.3 Καλλιεργητικές εργασίες

2.3.1 Προ σποράς

Για την προετοιμασία του αγροτεμαχίου προηγήθηκε καλοκαιρινή άροση με άροτρο της εταιρείας Agro-Masz με αναστρεφόμενα υνία (4) και πλάτος εργασίας 2 m, σε βάθος 30 cm. Το άροτρο είχε προσαρτηθεί σε ελκυστήρα John Deere 6506 με υποδύναμη 105 hp. Προκειμένου να ψιλοχωματιστεί και να προετοιμαστεί το αγροτεμάχιο, έτσι ώστε να διατηρήσει την ισοπέδωση του και να είναι έτοιμο για σπορά χρησιμοποιήθηκε δισκόσβαρνα ελκυόμενη από τον ελκυστήρα John Deere 6506.



Εικόνα 3 Φωτογραφία από δορυφόρο του πειραματικού αγρού, όπου έχουν οριοθετηθεί και σημειωθεί τα τεμάχια που σπάρθηκαν με τις ποικιλίες Simeto, Quadrato & Egeo

2.3.2 Σπορά

Η σπορά πραγματοποιήθηκε το Σάββατο 25/11/2017 με σπαρτική μηχανή Amazone που προσαρτήθηκε σε ελκυστήρα Deutz-Fahr DX390 υποδύναμης 75hp (Εικ. 4). Η σπαρτική μηχανή έχει πλάτος εργασίας 3m, το οποίο κατανέμεται σε 25 σειρές σποράς με απόσταση σποράς 12cm. Η ποσότητα του σπόρου ρυθμίστηκε στα 22 κιλά / στρέμμα.



Εικόνα 4 Κατεργασία εδάφους προ σποράς και σπορά σίτου στον πειραματικό αγρό. Αριστερά φαίνεται η σποροκλίνη κατά την σπορά και δεξιά ο ελκυστήρας Deutz-Fahr DX390 με την σπαρτική μηχανή Amazone

Οι διαθέσιμες ποσότητες σπόρου ήταν Egeo 200 κιλά, Quadrato 50 κιλά και Simeto 50 κιλά, οπότε τα τεμάχια ανά ποικιλία που προέκυψαν φαίνονται στην Εικ. 3 με έκταση 2,2 στρέμματα για τις ποικιλίες Simeto και Quadrato και 9,5 στρέμματα για την ποικιλία Egeo.

Οι συνθήκες που επικρατούσαν την ημέρα σποράς ήταν μέση θερμοκρασία αέρα 9,2 °C και είχαν πέσει από τις αρχές του μήνα 101,2 mm βροχόπτωσης.

2.3.3 Καλλιεργητικές εργασίες μετά τη σπορά

2.3.3.1 Λίπανση

Παράλληλα με την σπορά δεν έγινε εφαρμογή βασικής λίπανση, αλλά σχεδιάστηκε η επιφανειακή λίπανση να γίνει σε δύο στάδια. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης έγινε την Πέμπτη 01/02/2018 με μίγμα θειϊκής αμμωνίας (26-0-0) και νιτρικής αμμωνίας (34-0-0) 15 κιλών / στρέμμα της εταιρείας Yara (A) και ακολούθησε δεύτερη εφαρμογή με ουροθειϊκή αμμωνία με παρεμποδιστή ουρεάσης (Nutrimore 40-0-0+15SO₃) 20 κιλών / στρέμμα (B) την Παρασκευή 23/03/2018, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1.

Ποικιλία	Ημερομηνία εφαρμογής	Στάδιο φυτού (Zadoks)	Επέμβαση	Θερμοκρασία (°C)
Simeto	01/02/2018	GS13	15kg (A)	9.5
	23/03/2018	GS37	20kg (B)	10.0
Quadrato	01/02/2018	GS13	15kg (A)	9.5
	23/03/2018	GS33	20kg (B)	10.0
Egeo	01/02/2018	GS15	15kg (A)	9.5
	23/03/2018	GS37	20kg (B)	10.0

Πίνακας 1 Εφαρμογή λίπανσης στα πειραματικά τεμάχια

2.3.3.2 Ζιζανιοκτονία

Επειδή το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο καλλιεργούνταν επί σειρά ετών με βαμβάκι, εκτός από την καλλιεργητική περίοδο που προηγήθηκε την παρούσας μελέτης, όπου καλλιεργήθηκε με αραβόσιτο, η παρουσία ζιζανίων ήταν σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα και η εφαρμογή ζιζανιοκτονίας κρίθηκε μη απαραίτητη και ασύμφορη. Συνεπώς, δεν εφαρμόστηκαν φυτοπροστατευτικά προϊόντα για την καταπολέμηση ζιζανίων.

2.3.3.3 Αντιμετώπιση ασθενειών

Στις τρεις ποικιλίες έγινε εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων με έγκριση στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού και συγκεκριμένα εφαρμόστηκαν πέντε μυκητοκτόνα, που περιγράφονται στον Πίνακα 2.

Εμπορική Ονομασία	Δραστική Ουσία	Εταιρεία	Δόση cc/στρ	Όγκος Ψεκαστικού Υγρού (lt) / στρέμμα	RHI
Bumper 25EC	Propiconazole	Alfa	50	20-100	42
Comet 20EC	Pyraclostrobin	BASF	100-125	10-40	35
Madison 263SC	Trifloxystrobin, Prothioconazole	Bayer	114	10-40	35
Prosaro 250EC	Prothioconazole, Tebuconazole	Bayer	100	20-40	35
Sphera 535SC	Trifloxystrobin, Cyproconazole	Bayer	30-50	5-40	45

Πίνακας 2 Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια

Σε κάθε ποικιλία οριοθετήθηκαν επιφάνειες 4τ.μ (2μ *2μ) και έγινε εφαρμογή με τα σκευάσματα που επιλέχθηκαν. Για κάθε σκεύασμα έγιναν τρεις επαναλήψεις, επομένως σε κάθε ποικιλία προέκυψαν 15 ψεκασμένα τεμάχια και τον μάρτυρα. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε την Παρασκευή 11/05/2018 και τα φυτά ήταν στο στάδιο του γάλακτος (GS71-GS77).

Με βάση την ετικέτα των σκευασμάτων προετοιμάστηκε το ψεκαστικό διάλυμα για κάθε πειραματικό τεμάχιο και έγινε η εφαρμογή τους με ψεκαστήρα προπιέσεως. Έτσι για κάθε μυκητοκτόνο και για αναλογία 40lt ψεκαστικού υγρού / στρέμμα χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε τεμάχιο:

- ✓ Bumper: 0,2cc σκευάσματος σε 160cc νερού (1)
- ✓ Comet: 0,5cc σκευάσματος σε 160cc νερού (2)
- ✓ Madison: 0,456cc σκευάσματος σε 160cc νερού (3)
- ✓ Prosaro: 0,4cc σκευάσματος σε 160cc νερού (4)
- ✓ Sphera: 0,2cc σκευάσματος σε 160cc νερού (5)



Εικόνα 5 Σχεδιασμός πειραματικών τεμαχίων που έγινε η εφαρμογή με τα μυκητοκτόνα. Το Μ αντιστοιχεί στο μάρτυρα

2.3.3.4 Συγκομιδή

Έπειτα από μέτρηση της υγρασίας και αφού διαπιστώθηκε ότι είναι κατάλληλες οι συνθήκες, την Πέμπτη 7/6/2018 πραγματοποιήθηκε ο θερισμός των 3 ποικιλιών ξεχωριστά με θεριζοαλωνιστική μηχανή Claas Lexion 540 (Εικ. 6).



Εικόνα 6 Συγκομιδή της καλλιέργειας με θεριζοαλωνιστική μηχανή Claas Lexion 540

2.4 Δειγματοληψίες

2.4.1 Μέτρηση χλωροφύλλης

Για την μέτρηση της χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκε φορητός μετρητής χλωροφύλλης CCM-200 plus της εταιρείας OPTI-SCIENCE (Εικ. 7). Για κάθε ποικιλία και σε κάθε λήψη δειγμάτων που πραγματοποιούνταν, λαμβανόταν μετρήσεις με τον φορητό μετρητή χλωροφύλλης και υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι για να κάνουμε τις συγκρίσεις μεταξύ των τριών ποικιλιών στα διάφορα στάδια της καλλιέργειας.



Εικόνα 7 Φορητός μετρητής χλωροφύλλης CCM-200 plus της OPTI-SCIENCE (πηγή: www.optisci.com)

2.4.2 Αξιολόγηση προσβολής από *Septoria tritici*

Για να αξιολογηθεί η προσβολή του παθογόνου *M. graminicola* και να μελετηθεί η εξέλιξη της κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μετά από κάθε δειγματοληψία για κάθε ποικιλία ξεχωριστά αφαιρούνταν τα φύλλα και με την χρήση φωτογραφικής μηχανής ανάλυσης 16 MP λαμβάνονταν φωτογραφίες. Από τις φωτογραφίες αυτές και τα δείγματα που λήφθηκαν στις 20/5 με την χρήση του προγράμματος Autocad της εταιρείας AutoDesk καταγραφόταν η επιφάνεια του φύλλου που ήταν πράσινη και η επιφάνεια που είχε κάποια συμπτώματα. Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα Microsoft Office Excel.

2.4.3 Ανάλυση σπόρων

Προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σπόρων υπολογίστηκε για κάθε εφαρμογή και ποικιλία το εκατολιτρικό βάρος, το υαλώδες και το ποσοστό των πρωτεϊνών. Για την ανάλυση των σπόρων λήφθηκαν στάχυα πριν την συγκομιδή από κάθε εφαρμογή και για τις τρεις ποικιλίες, αλλά και από τους μάρτυρες. Τα στάχυα τρίφτηκαν με τα χέρια και μετά την απομάκρυνση των ξένων υλών προέκυψαν συνολικά 18 δείγματα προς ανάλυση.

Για τον υπολογισμό του εκατολιτρικού βάρους χρησιμοποιήθηκε εκατολιτρικός ζυγός και ζυγός ακριβείας, για το υαλώδες χρησιμοποιήθηκε φαρινοκόπτης για 50 σπόρους και για τον υπολογισμό του ποσοστού πρωτεΐνης χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα Foss Infratec Sofia (Εικ. 8).



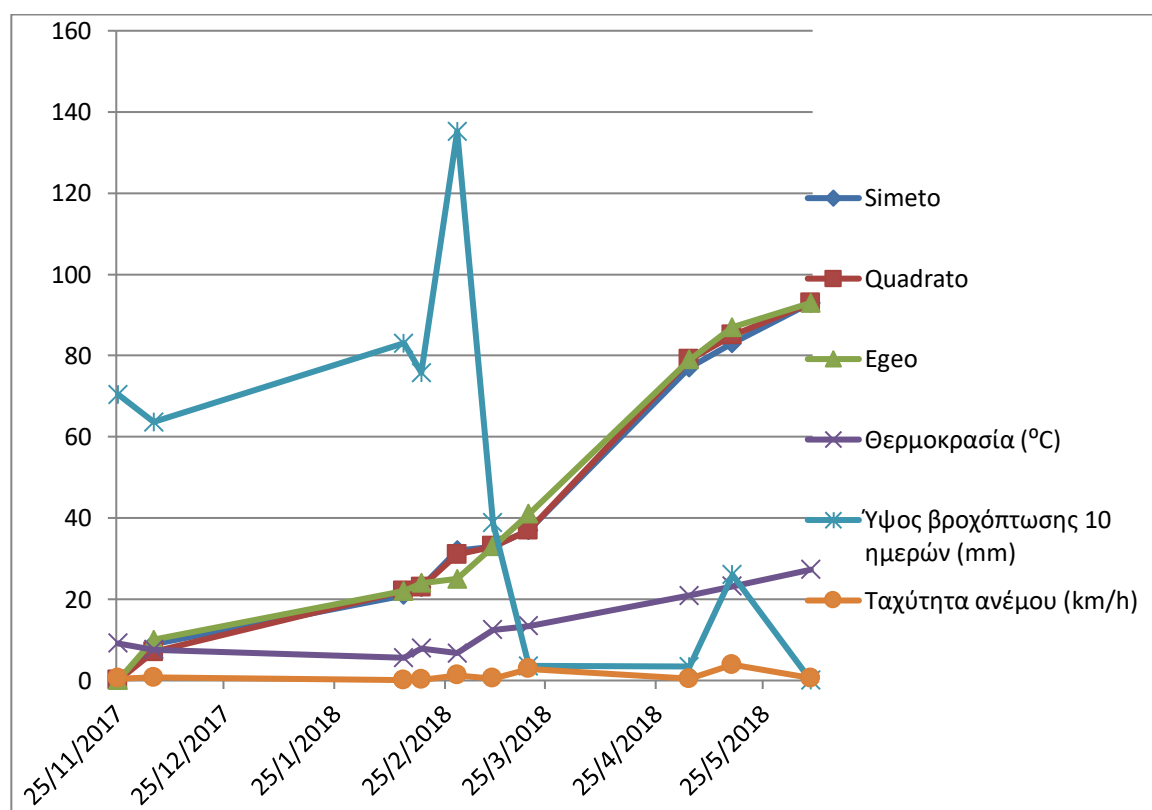
Εικόνα 8 Ζυγός ακριβείας και εκατολιτρικός ζυγός (αριστερά), φαρινοκόπτης 50 θέσεων (κέντρο) και συσκευή υπολογισμού ολικών πρωτεϊνών σκληρού σίτου της εταιρείας Foss (δεξιά)

Αποτελέσματα

3.1 Ανάπτυξη φυτών - Μετεωρολογικά δεδομένα

3.1.1 Καταγραφή δεδομένων

Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την σπορά μέχρι την συγκομιδή και συγκεκριμένα τις ημέρες που πραγματοποιούνταν οι δειγματοληψίες, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα που απεικονίζονται σχηματικά στο Διάγραμμα 1 και περιγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.



Διάγραμμα 1 Στάδιο ανάπτυξης των φυτών των τριών ποικιλιών κατά Zadoks και μετεωρολογικά δεδομένα από την σπορά μέχρι την συγκομιδή.

Ημερομηνία	Ημέρες από σπορά	Στάδιο κατά Zadoks			Θερμοκρασία (°C)	Ύψος βροχόπτωσης 10 ημερών (mm)	Ταχύτητα ανέμου (km/h)
		Simeto	Quadrato	Egeo			
25/11/2017	0	0	0	0	9,2	70,4	0,5
5/12/2017	10	9	7	10	7,6	63,6	0,7
13/2/2018	80	21	22	22	5,6	83	0,1
18/2/2018	85	23	23	24	7,9	75,8	0,2
28/2/2018	95	32	31	31	6,7	135,2	1,3
10/3/2018	105	33	33	33	12,5	38,8	0,5
20/3/2018	115	37	37	39	13,4	3,6	2,9
4/5/2018	129	77	79	79	20,9	3,4	0,4
20/5/2018	145	83	85	87	23,2	26	3,9
7/6/2018	163	93	93	93	27,3	0	0,6

Πίνακας 3 Καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων από την σπορά μέχρι την συγκομιδή και του σταδίου ανάπτυξης κατά Zadoks των τριών ποικιλιών

3.1.2 Φωτογραφικό υλικό

Δέκα μέρες μετά την σπορά και αφού υπήρχε η κατάλληλη σχετική υγρασία οι σπόροι φύτρωσαν κανονικά και παρατηρήθηκε και στις 3 ποικιλίες εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας. Στις φωτογραφίες παρακάτω φαίνονται η έναρξη της βλάστησης, όπου ξεχωρίζουν το ριζίδιο και οι εμβρυακές ρίζες, καθώς και το κολεόπτυλο με τα πρώτα φύλλα.



Εικόνα 9 Σπόροι σιτηρών μετά το φύτευμα. Διακρίνονται τα ριζίδια, οι εμβρυακές ρίζες και το κολεόπτυλο. Βρίσκονται στο στάδιο GS07, δέκα ημέρες μετά τη σπορά



Εικόνα 10 Αριστερά παρατηρούνται φυτά της ποικιλίας Egeo και δεξιά της ποικιλίας Quadrato στο GS10 δέκα ημέρες μετά την σπορά

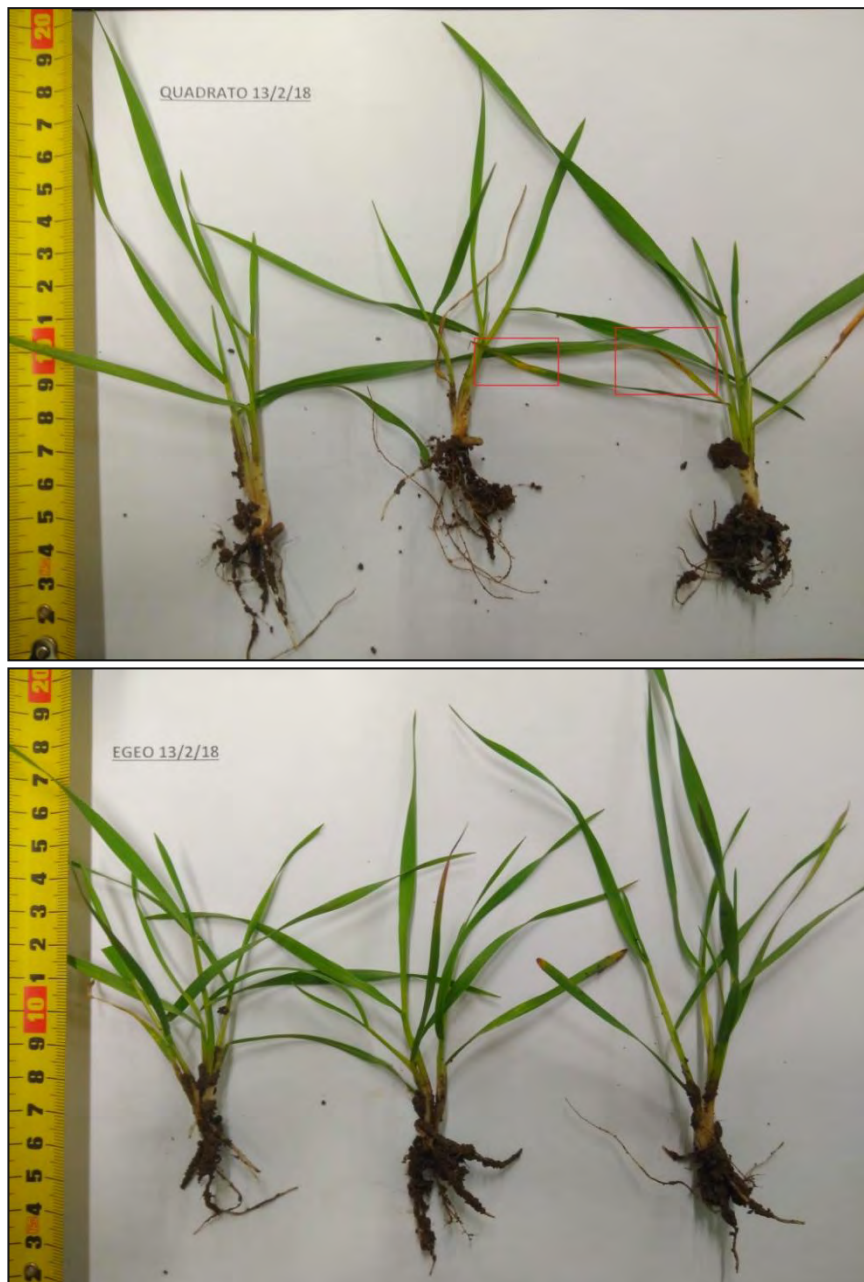
Στο διάστημα που ακολούθησε η καλλιέργεια εξελισσόταν χωρίς προβλήματα και από τις αρχές Φεβρουαρίου ξεκίνησε η λήψη των πρώτων αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις.



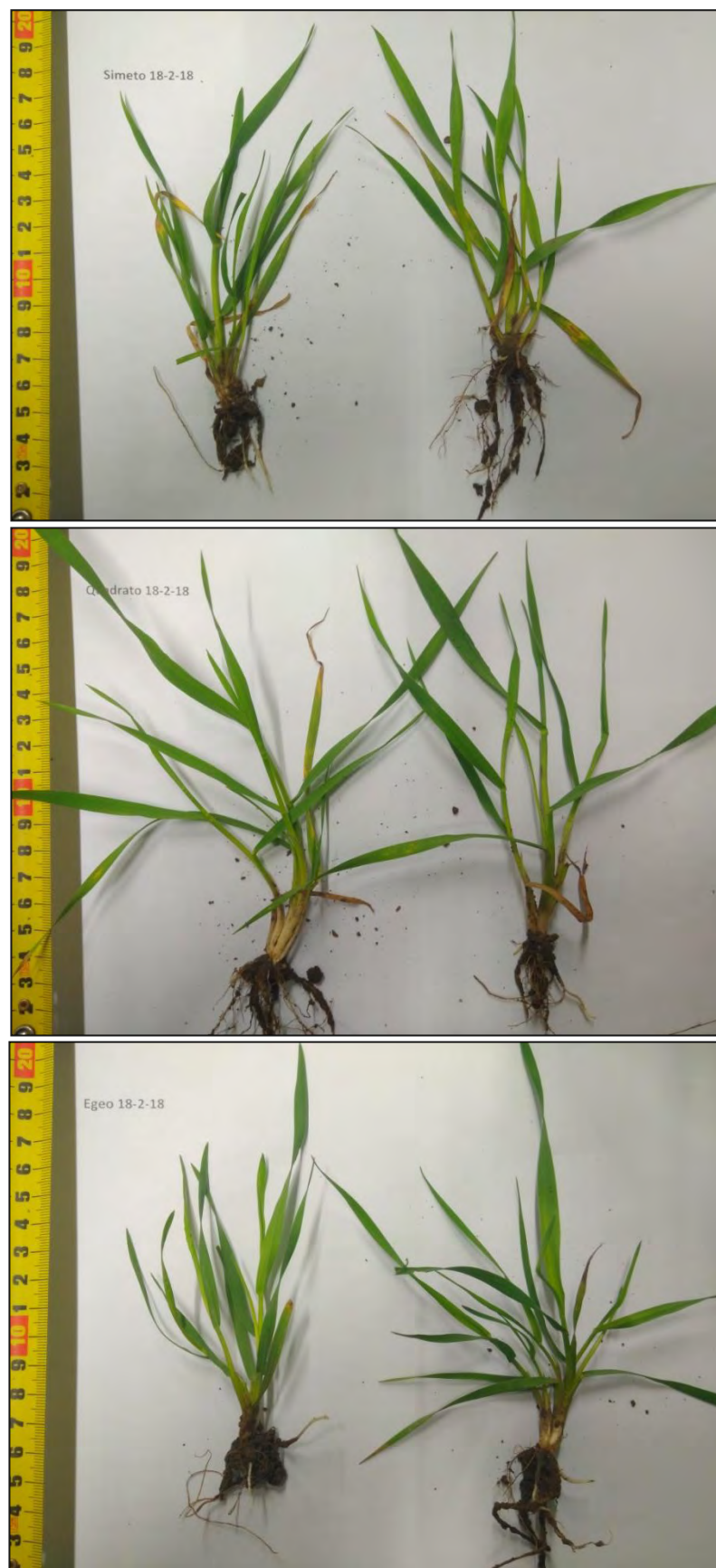
Εικόνα 11 Τα φυτά και τον τριών ποικιλιών σε μακροσκοπική παρατήρηση 80 ημέρες μετά την σπορά στο GS22. Δεξιά έχει τοποθετηθεί η ποικιλία Simeto και αριστερά η Quadrato



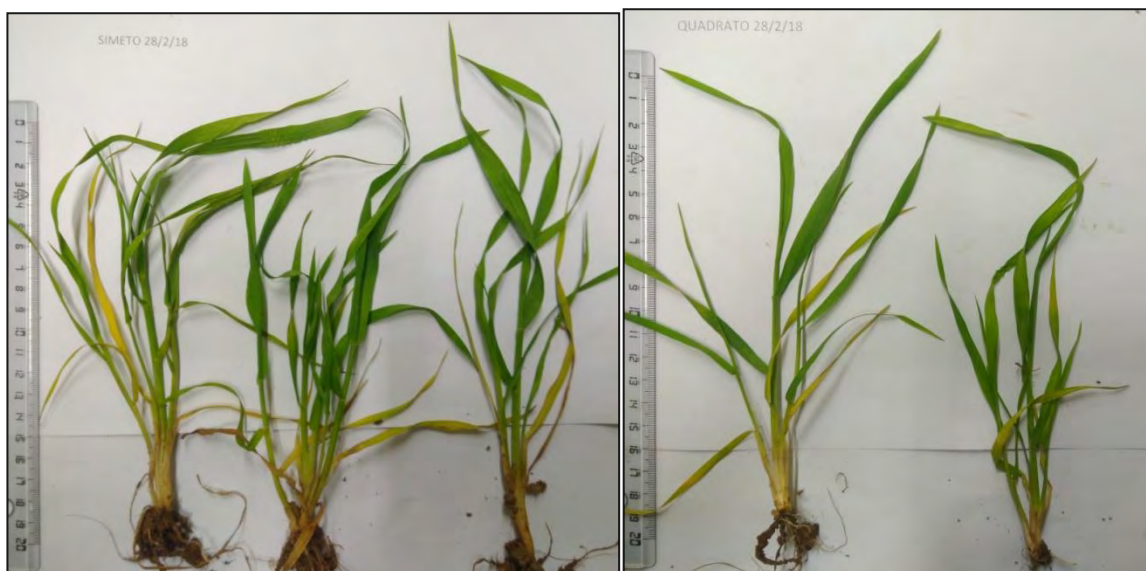
Εικόνα 12 Φυτά της ποικιλίας Simeto ύψους 15cm, 80 ημέρες μετά την σπορά στο GS21 κατά Zadoks



Εικόνα 13 Επάνω διακρίνονται φυτά Quadrato 80 ημέρες μετά την σπορά, στο GS22 και ύψους 15cm. Κάτω υπάρχουν φυτά Egeo ύψους 14cm στο GS22



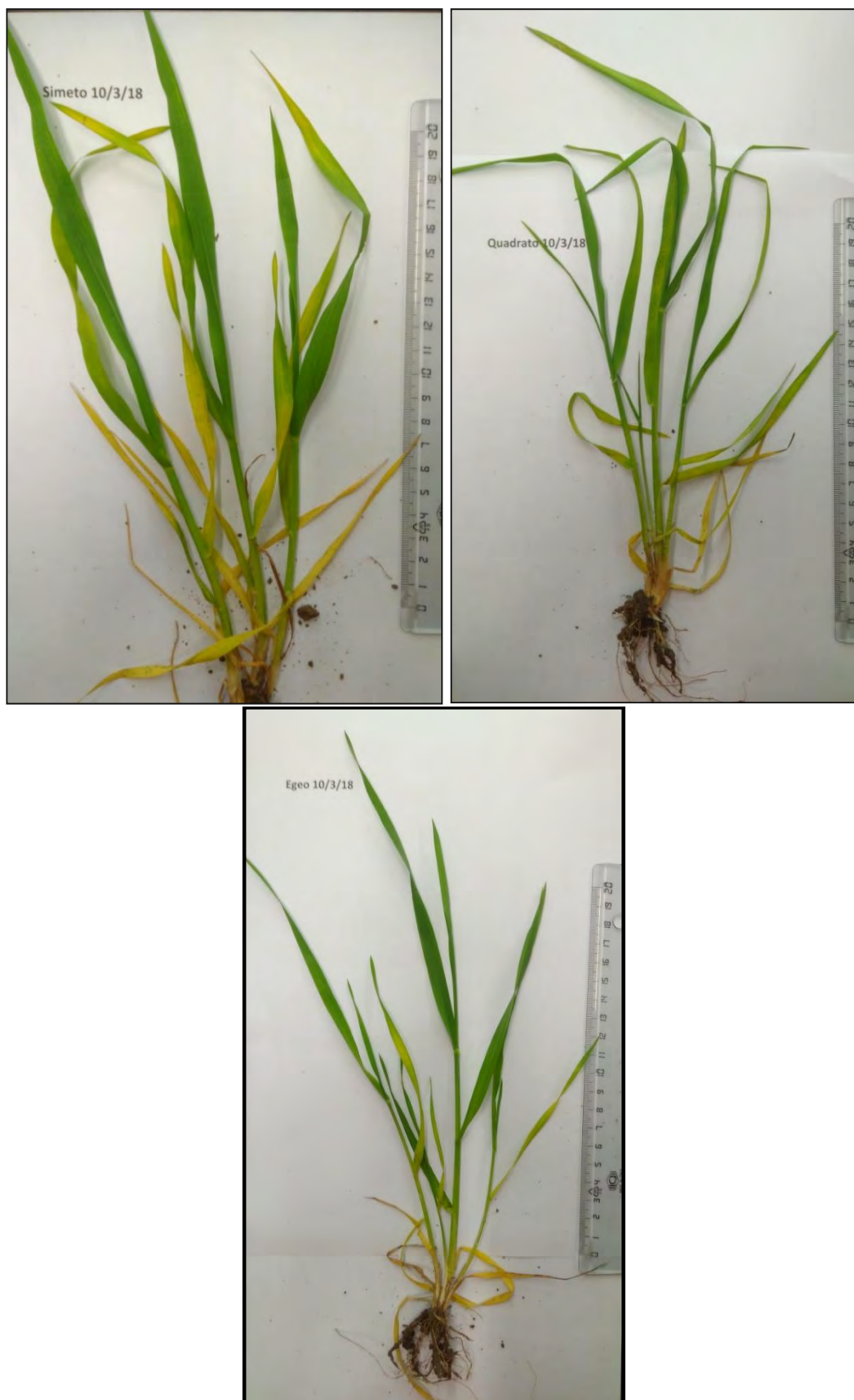
Εικόνα 14 Δειγματοληψία 18/02/2018 85 ημέρες μετά την σπορά. Τα φυτά Simeto έχουν φτάσει στο GS23 και ύψος 16cm (επάνω), όπως και τα φυτά της Quadrato (μέση). Τα φυτά της Egeo είναι στο GS24 και ύψος 16cm



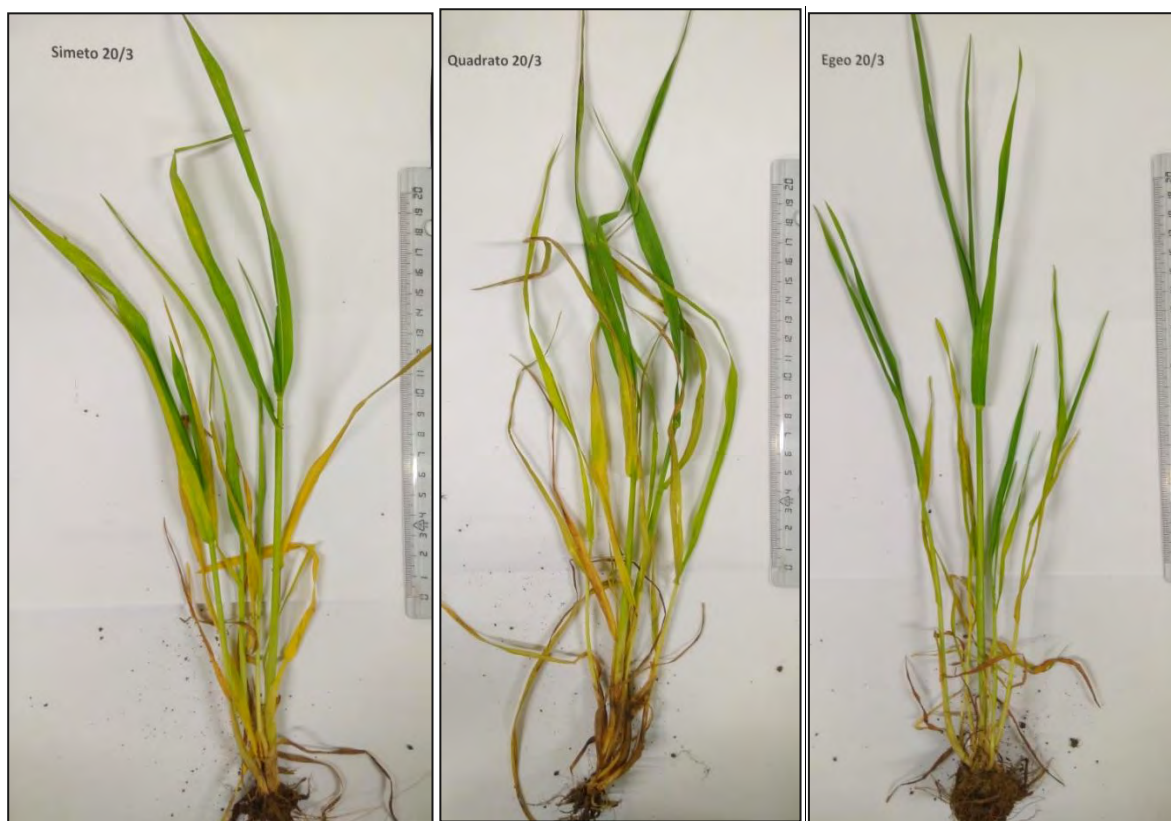
Εικόνα 15 Τα δείγματα συλλέχθηκαν στις 28/02/2018 95 ημέρες από την σπορά και τα φυτά έχουν μπει στο στάδιο της ανάπτυξης του βλαστού. Αριστερά φυτά Simeto ύψους 22cm και GS32 και δεξιά φυτά Quadrato με GS31 και ύψος 23cm



Εικόνα 16 Φυτά της ποικιλίας Egeo στο στάδιο της ανάπτυξης του βλαστού (GS31) 95 ημέρες από την σπορά. Διαπιστώνεται καλό αδέλφωμα και ύψος φυτών 21cm



Εικόνα 17 Η δειγματοληψία έγινε στις 10/03/2018 και τα φυτά και των τριών ποικιλιών βρίσκονται στο GS33 105 ημέρες μετά την σπορά. Επάνω αριστερά φυτά της ποικιλίας Simeto με ύψος 28cm, πάνω δεξιά φυτά της Quadrato ύψους 29cm και κάτω η Egeo με φυτά ύψους 32cm



Εικόνα 18 Δειγματοληψία στις 20/03/2018 115 ημέρες από την σπορά. Τα φυτά της ποικιλίας Simeto βρίσκονται στο GS37 με ύψος 34cm (αριστερά), τα φυτά Quadrato έχουν ύψος 38cm και είναι στο GS37 (κέντρο) και τα φυτά Egeo στο GS39 με ύψος 40cm (δεξιά)



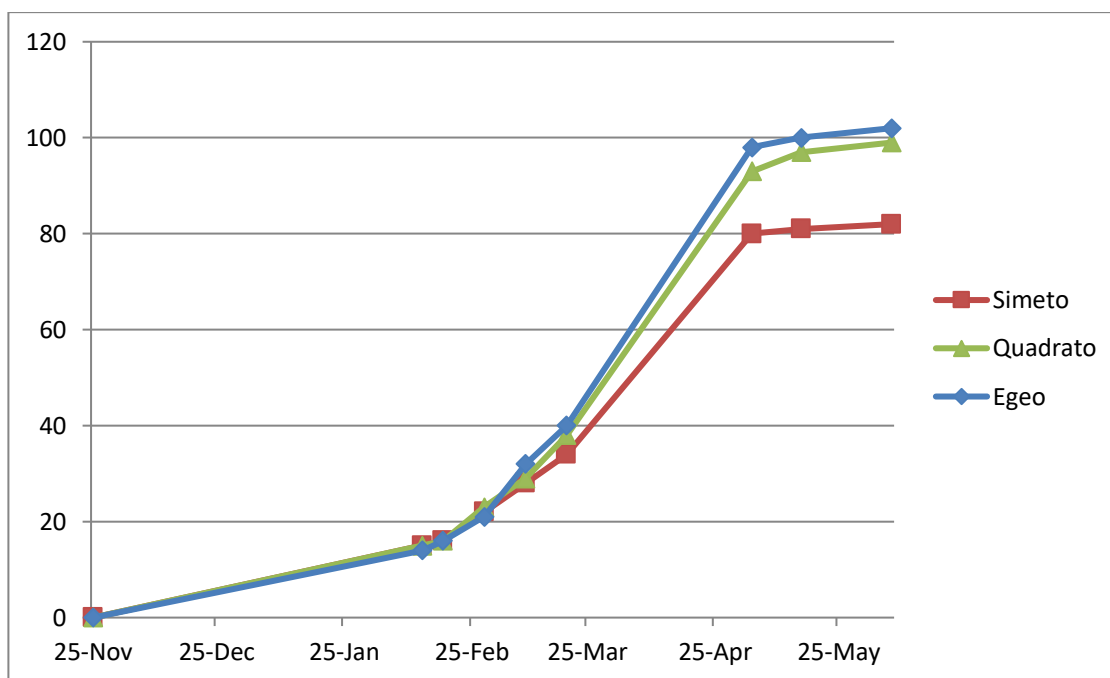
Εικόνα 19 Φυτά της ποικιλίας Simeto που συλλέχθηκαν στις 4/5/2018, 129 ημέρες από την σπορά. Κατατάσσονται στο GS77 και έχουν ύψος 80cm



Εικόνα 20 Αριστερά έχουμε φυτά της ποικιλίας Quadrato με ύψος 93cm και δεξιά φυτά της ποικιλίας Egeo ύψους 98cm. Η δειγματοληψία έγινε στις 4/5/2018 και τα φυτά και των δύο ποικιλιών βρίσκονται στο GS79



Εικόνα 21 Τα δείγματα συλλέχθηκαν την ημέρα συγκομιδής στις 7/6/2018. Έχουν περάσει 163 ημέρες από την σπορά και τα φυτά έφτασαν στο GS93 με τελικό ύψος για το Simeto 82cm (επάνω αριστερά), το Quadrato 99cm (επάνω δεξιά) και Egeo 102cm (κάτω)



Διάγραμμα 2 Απεικόνιση της εξέλιξης των Μ.Ο. ύψους (σε cm) για τις τρεις ποικιλίες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου από την σπορά 25/11/2017 μέχρι και την συγκομιδή 7/6/2018

3.1.3. Συγκομιδή

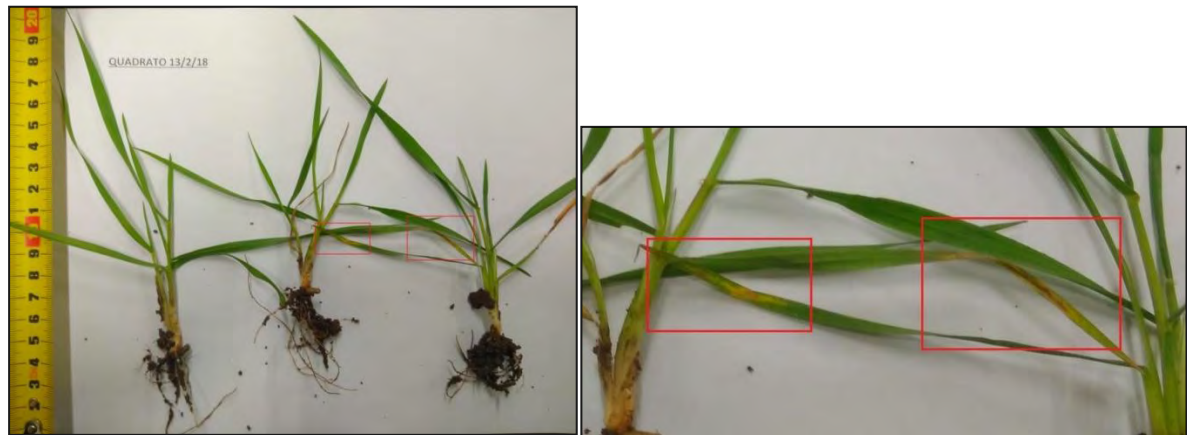
Την Πέμπτη 7/6/2018 έγινε ο αλωνισμός της καλλιέργειας και το ύψος της παραγωγής για κάθε μία από τις τρεις ποικιλίες διαμορφώθηκε ως εξής:

Simeto : 376 κιλά / στρέμμα

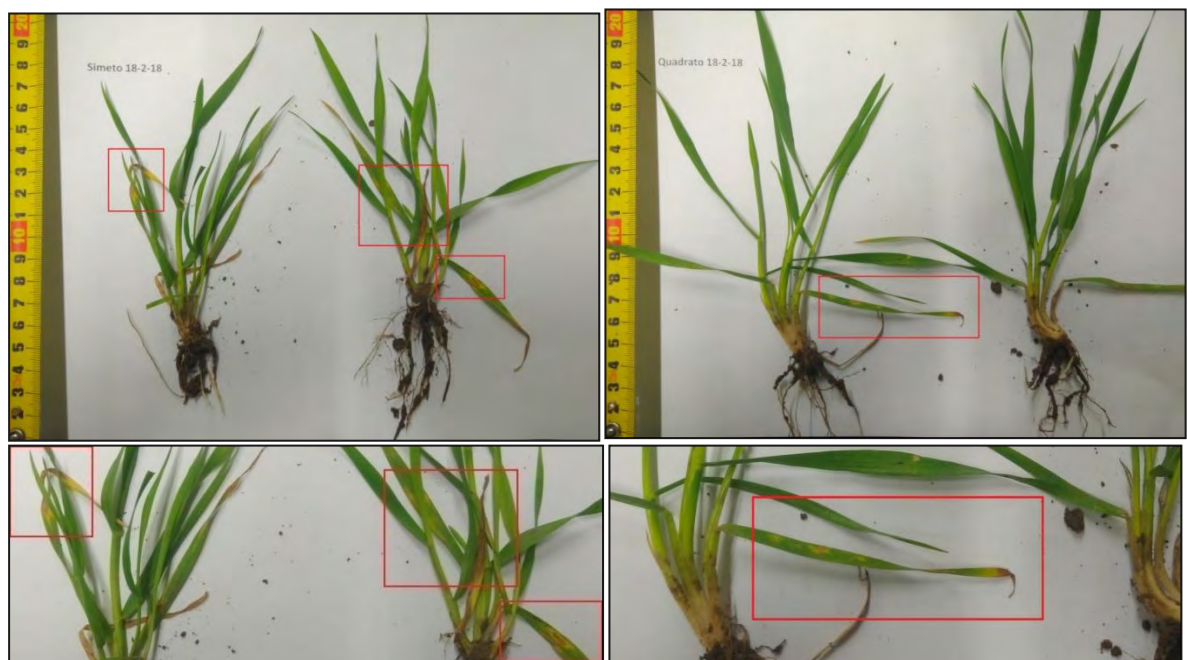
Quadrato: 534 κιλά / στρέμμα

Egeo: 556 κιλά / στρέμμα

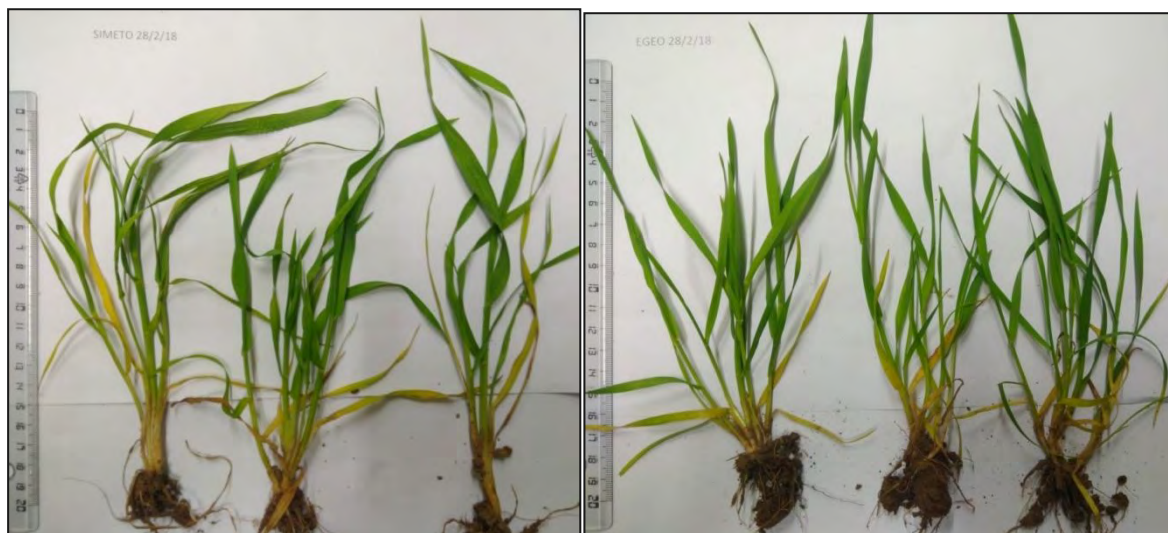
3.2 Αξιολόγηση προσβολής



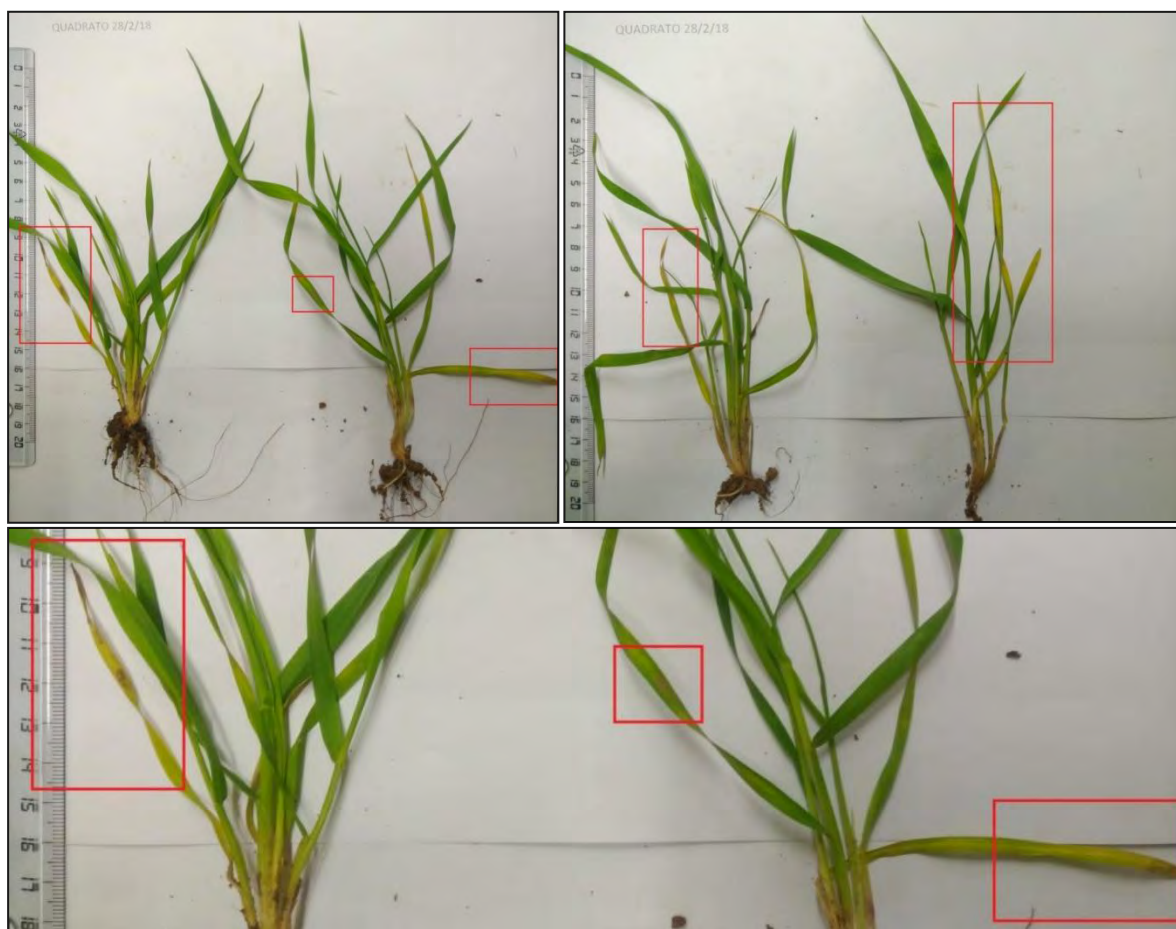
Εικόνα 22 Φυτά της ποικιλίας Quadrato από την δειγματοληψία στις 13/2 που βρίσκονται στο GS22 (αριστερά). Στα δεξιά παρατηρείται εμφάνιση κηλίδων κατά μήκος των κατώτερων φύλλων και ανάπτυξη πυκνιδίων του *M. graminicola*



Εικόνα 23 Επάνω αριστερά φυτά της ποικιλίας Simeto από την δειγματοληψία στις 18/2 που έχουν προσβληθεί. Στην ένθετη εικόνα κάτω αριστερά παρατηρούνται μεταχρωματισμοί, νεκρώσεις ιστού των φύλλων και εμφάνιση πυκνιδίων. Επάνω αριστερά φυτά της ποικιλίας Quadrato στα οποία εντοπίζεται νέκρωση του ιστού στο άκρο του φύλλου και δημιουργία πυκνιδίων, όπως φαίνεται και σε μεγέθυνση κάτω δεξιά.



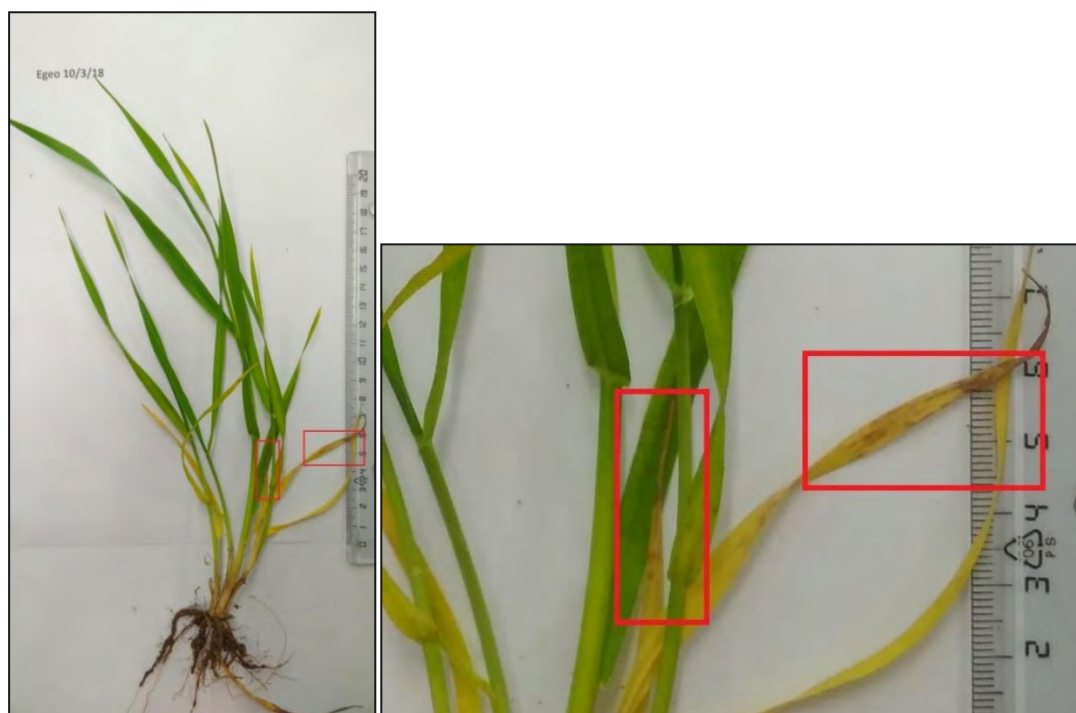
Εικόνα 24 Τα φυτά συλλέχθηκαν στις 28/2 και βρίσκονται στο GS32 της ποικιλίας Simeto (αριστερά) και παρατηρούνται έντονες χλωρώσεις στα κάτω φύλλα. Στα φυτά της ποικιλίας Egeo, τα οποία βρίσκονται στο GS31 (δεξιά) δεν έχουν εντοπιστεί ακόμα πυκνίδια ή νεκρωτικές κηλίδες, ωστόσο και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζονται χλωρώσεις στα κάτω φύλλα.



Εικόνα 25 Στα φυτά της ποικιλίας Quadrato που συλλέχθηκαν στις 28/2 εντοπίζονται κιτρίνισμα στις άκρες φύλλων, ακόμα και στα νέα φύλλα, νεκρωτικές περιοχές και πυκνίδια του μύκητα *M. graminicola*



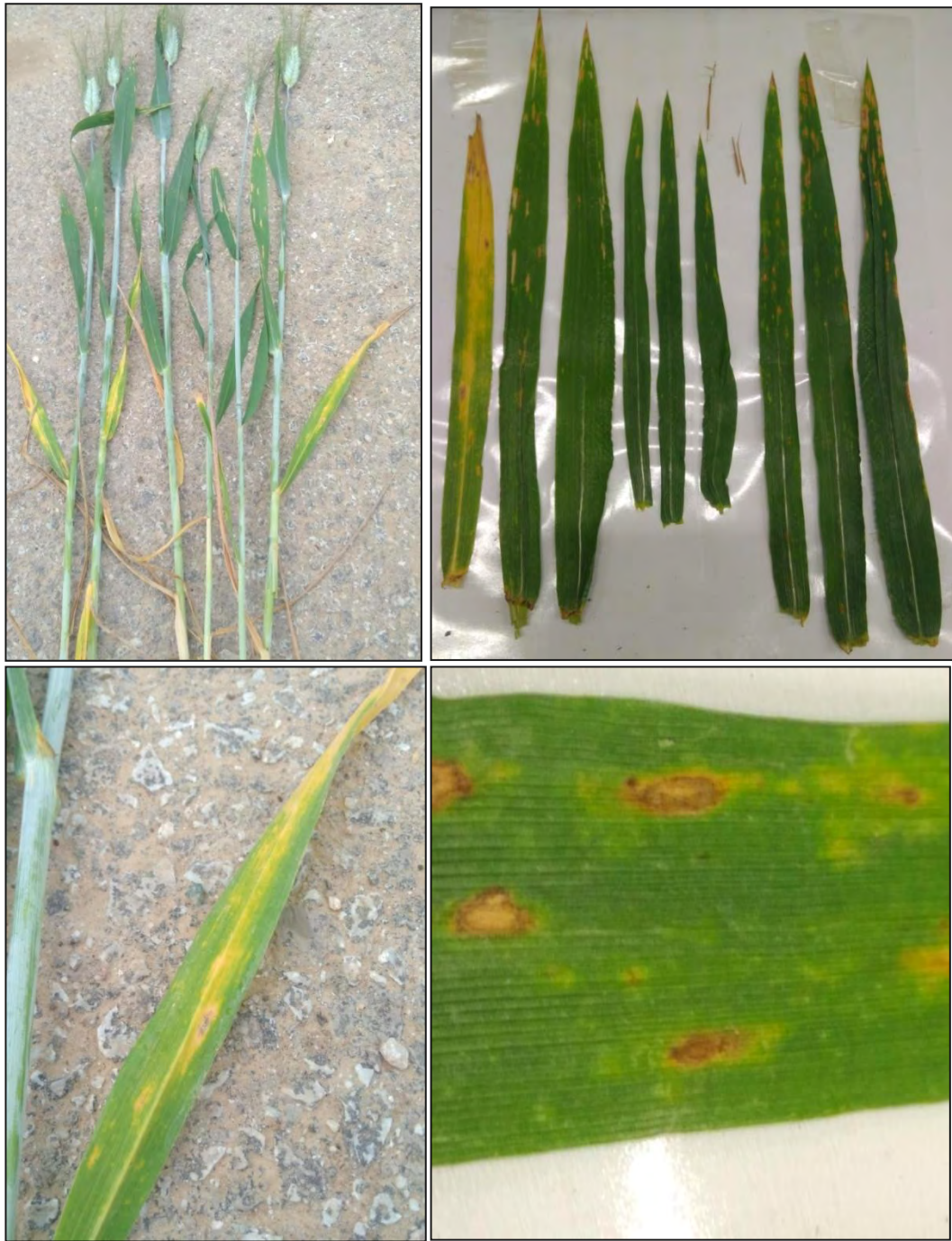
Εικόνα 26 Τα φυτά έχουν φτάσει στο GS33 105 ημέρες μετά την σπορά. Αριστερά φυτά της ποικιλίας Simeto με έντονες χλωρώσεις στα φύλλα και δεξιά φυτά της ποικιλίας Quadrato που επίσης παρουσιάζουν έντονα χλωρωτικά συμπτώματα.



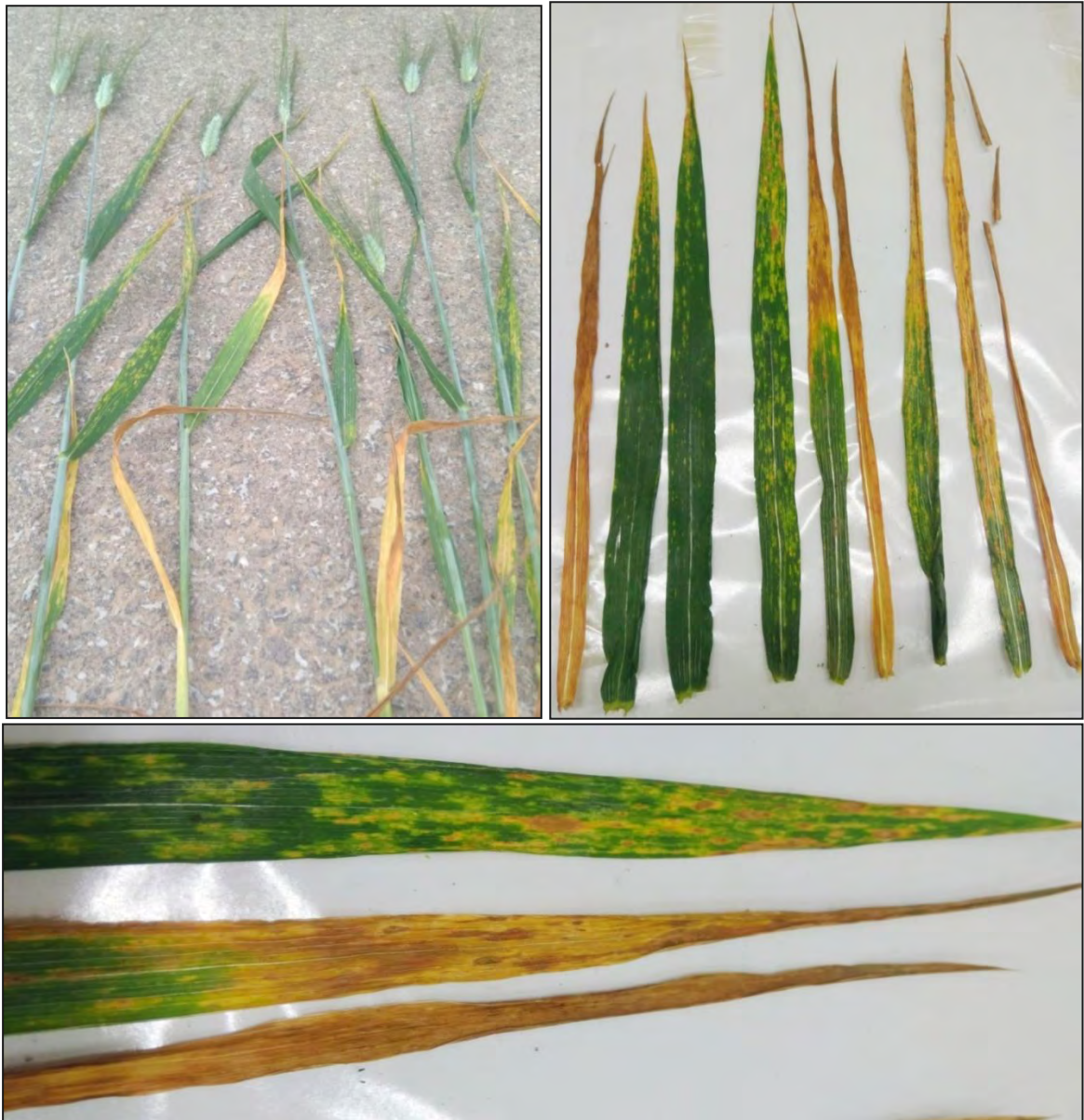
Εικόνα 27 Στην δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 10/3 σε φυτά της ποικιλίας Egeo στο GS33 κατά Zadoks εντοπίστηκαν για πρώτη φορά κηλίδες που εξελίσσονται σε νεκρωτικές περιοχές 105 ημέρες από την σπορά



Εικόνα 28 Φυτό της ποικιλίας Simeto που συλλέχθηκε στις 20/3 και στο οποίο παρατηρείται έντονος μεταχρωματισμός, πολλά χλωρωτικά φύλλα και νεκρωτικές κηλίδες (αριστερά). Σε φυτό της ποικιλίας Quadrato (κέντρο), αλλά και σε φυτό της ποικιλίας Egeo (δεξιά) που συλλέχθηκαν την ίδια ημερομηνία παρατηρούνται χλωρώσεις που εξελίσσονται σε νεκρωτικές κηλίδες και κηλιδώσεις προσβολής των φύλλων



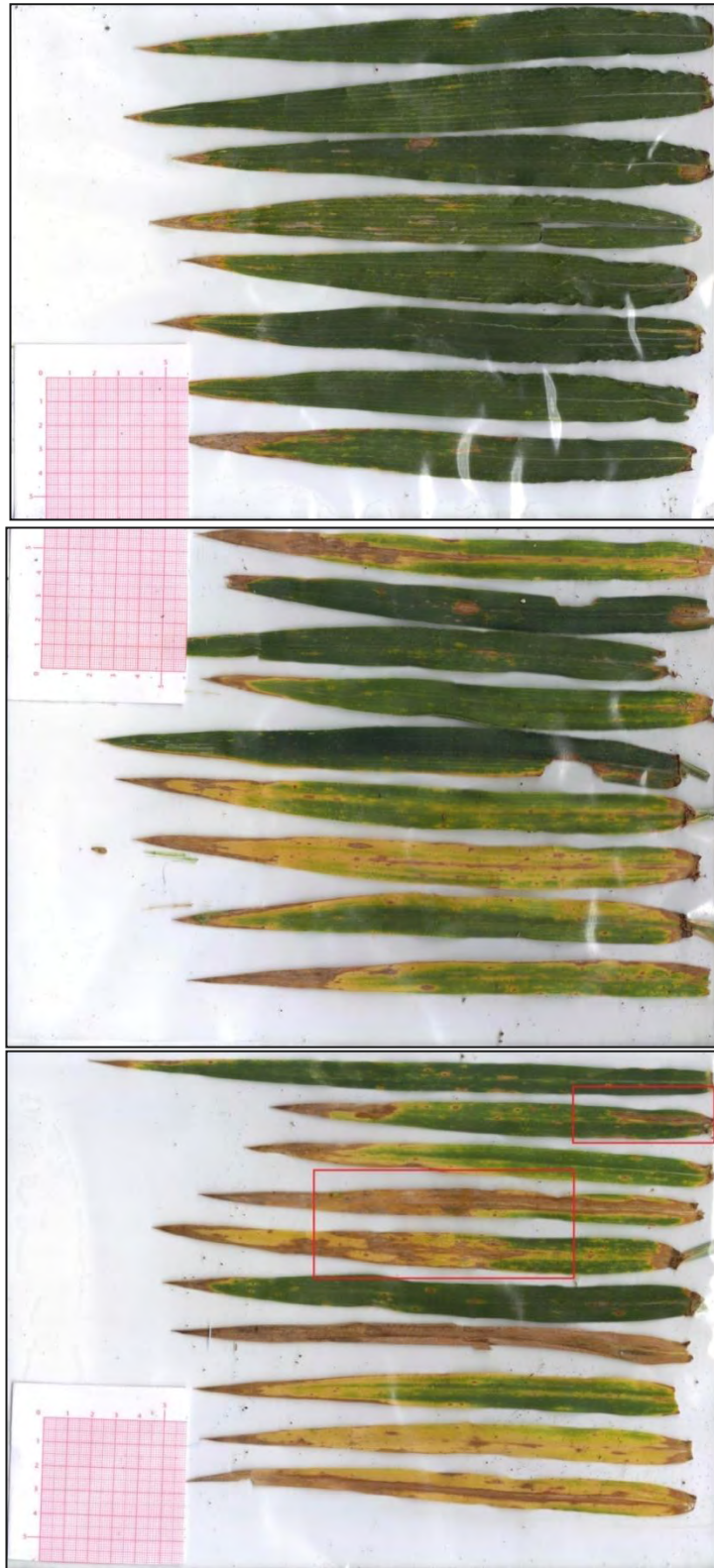
Εικόνα 29 Ολόκληρο φυτό της ποικιλίας Simeto στις 4/5 με ύψος 80cm στο GS77 κατά Zadoks (επάνω αριστερά). Επάνω δεξιά παρατηρείται η κατάσταση του φύλλου σημαίας, του δεύτερου και τρίτου φύλλου και κάτω δεξιά σε κοντινή λήψη εντοπίζονται πυκνίδια του *M. graminicola* σε κηλίδες προσβολής φύλλου. Κάτω αριστερά παρατηρούνται επίσης κηλίδες με πυκνίδια στα φύλλα του φυτού



Εικόνα 30 Ολόκληρο φυτό της ποικιλίας Quadrato από την δειγματοληψία στις 4/5 (επάνω αριστερά). Έντονη προσβολή τόσο στο φύλλο σημαία, όσο και στο δεύτερο και τρίτο φύλλο (επάνω δεξιά), όπου εντοπίζονται νεκρωτικές κηλίδες και πυκνίδια του *M. graminicola*



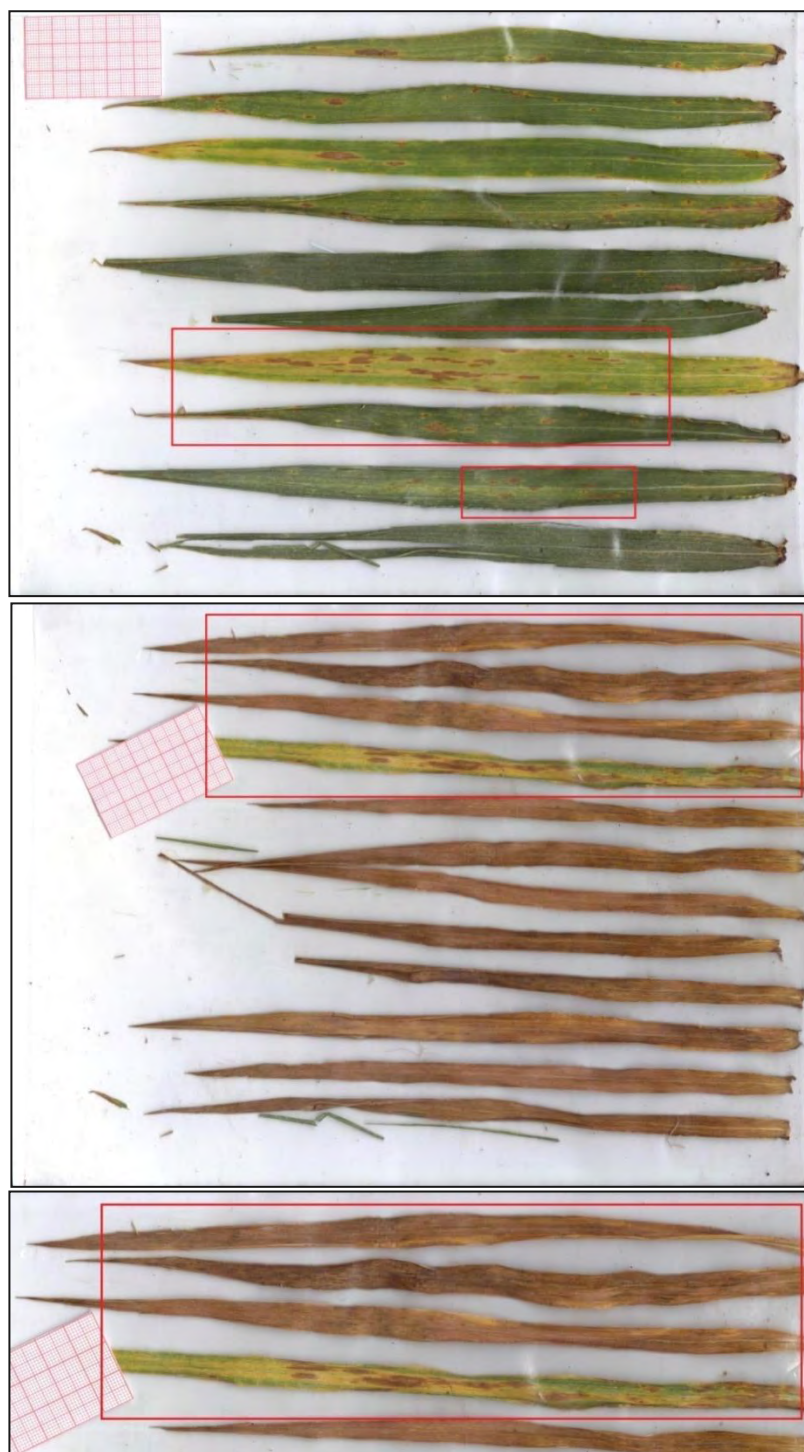
Εικόνα 31 Φυτά της ποικιλίας Egeo 129 ημέρες από την σπορά τα οποία έχουν φτάσει στο GS79 κατά Zadoks. Το φύλλο σημαία και σε μεγάλο ποσοστό και το δεύτερο φύλλο διατηρούν σκούρο πράσινο χρώμα (επάνω αριστερά). Ωστόσο στο τρίτο αλλά και σε κατώτερα φύλλα (κάτω αριστερά και επάνω δεξιά σε μεγέθυνση) εντοπίζονται νεκρωτικές κηλίδες και πυκνίδια του *M. graminicola*. Πυκνίδια παρατηρούνται και στην βάση του ελάσματος του φύλλου (κάτω δεξιά)



Εικόνα 32 Φύλλο σημαία από φυτά της ποικιλίας Simeto στις 20/5 (επάνω), με σχετικά μικρό ποσοστό προσβολής με *Septoria tritici*. Όμως στο δεύτερο (κέντρο) και στο τρίτο φύλλο (κάτω) τα συμπτώματα είναι πολύ έντονα. Νεκρωτικές κηλίδες κατά μήκος των φύλλων και μεγάλες περιοχές με πυκνίδια του *M. graminicola*



Εικόνα 33 Στη δειγματοληψία που έγινε στις 20/5 σε φυτά της ποικιλίας Quadrato παρατηρούνται έντονα συμπτώματα στο φύλλο σημαία (επάνω) με νεκρωτικές κηλίδες σε μεγάλο μέρος των φύλλων και πυκνίδια. Τα δεύτερα φύλλα (κέντρο) παρουσιάζουν εξαιρετικά μεγάλη προσβολή. Στα τρίτα φύλλα (κάτω) η προσβολή έχει προχωρήσει πάρα πολύ με αποτέλεσμα οι ιστοί να έχουν χάσει την σπαργή τους και να νεκρώνονται



Εικόνα 34 Φύλλα σημαία της ποικιλίας Egeo από την δειγματοληψία στις 20/5. Μικρό ποσοστό προσβολής, ωστόσο διακρίνονται κηλίδες με πυκνίδια του *M. graminicola* (επάνω). Στα δεύτερα φύλλα (κέντρο και κάτω) υπάρχουν σε πολύ μεγάλο ποσοστό νεκρωμένοι ιστοί γεμάτοι με πυκνίδια του *M. graminicola*



Εικόνα 35 Η εξέλιξη της προσβολής από τον *M. graminicola* και ο υπολογισμός του ποσοστού προσβολής για το φύλλο σημαία (επάνω αριστερά) και το δεύτερο φύλλο (επάνω δεξιά) φυτών της ποικιλίας Simeto, για το φύλλο σημαία (κέντρο αριστερά) και το δεύτερο φύλλο (κέντρο δεξιά) για τα φυτά της ποικιλίας Quadrato και για το φύλλο σημαία (κάτω αριστερά) και το δεύτερο φύλλο (κάτω δεξιά) φυτών της ποικιλίας Egeo

Ποικιλία	Φύλλο	Ποσοστό προσβολής
Simeto	Φύλλο σημαία	12,3 ± 3,5
	2ο φύλλο	37,8 ± 8,4
	3ο φύλλο	>78
Quadrato	Φύλλο σημαία	46,1 ± 6,7
	2ο φύλλο	69,7 ± 9,1
	3ο φύλλο	>90
Egeo	Φύλλο σημαία	7,3 ± 2,8
	2ο φύλλο	74,4 ± 10,3
	3ο φύλλο	>90

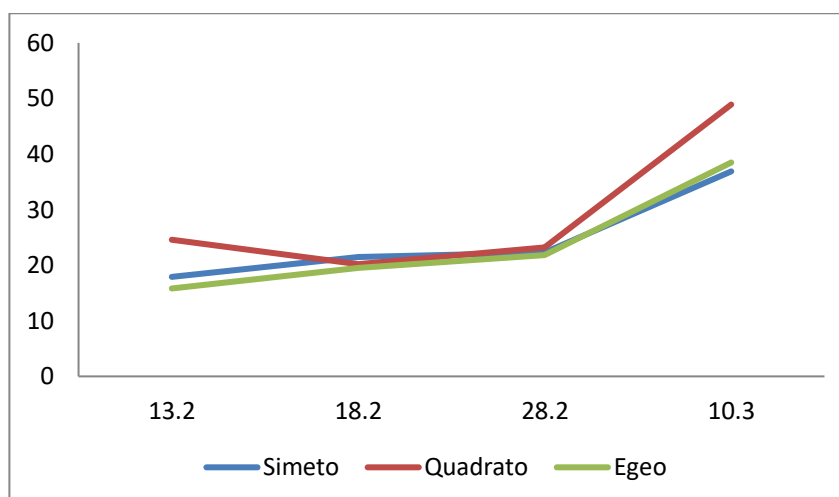
Πίνακας 4 Υπολογισμός του ποσοστού προσβολής από *M. graminicola* στα τρία πρώτα φύλλα των φυτών και των τριών ποικιλιών

3.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης

Με την χρήση φορητού μετρητή χλωροφύλλης τις ημέρες που συλλέγονταν τα δείγματα από τις τρεις ποικιλίες, καταγράφηκε η χλωροφύλλη σε κάθε ποικιλία όπως εξελισσόταν η καλλιέργεια και προέκυψαν οι παρακάτω μετρήσεις:

Simeto				Quadrato				Egeo			
13/2	18/2	28/2	10/3	13/2	18/2	28/2	10/3	13/2	18/2	28/2	10/3
14,8	18,6	22,3	39,5	24,5	33,6	18,7	37,9	11,4	16,2	19,6	44,4
15,9	22,9	16,8	39,3	25,9	18,1	30,5	83,8	8,3	24,1	18,1	38,7
19,1	15,6	22,1	47,5	19,2	28,2	21,5	85,9	16,4	15,2	21,8	45
16,7	31,7	20,8	45,1	26,6	23	14,4	26,4	13,6	20,1	16,4	40,6
21,4	26,2	19,6	31,9	27,5	22,2	21,6	37,9	22,5	25,9	15,2	43,1
18,3	22,9	19,1	33,3	14,6	19,3	23,9	45,6	18,1	22,2	16,9	42,3
11,7	28,1	27,8	36,1	19,2	16,6	24	61	17,8	17,7	19,2	41,2
20,3	18,4	20,6	44,1	25,5	20	15,3	48,3	18,5	20,3	24,1	39,3
21,1	17,6	22,9	46,8	38,6	24,4	18	34,3	16	17,7	25,6	54,9
18,9	21,4	29,9	36,3	25,2	18,1	23,8	54,9	15,8	16,3	16,4	42,3
18,3	15,2	27,2	43,5	21,3	15,5	18,2	47,4	15,6	18,9	26,9	39,6
19,6	17,3	16,3	33,8	26,1	13,6	23,1	45,2	15,4	19	25,1	18,8
14,8	25,1	15,9	18,5	22,5	13,3	30,4	41,7	16,2	19,1	27,9	35,7
16,7	20,2	26,5	33,2	21,9	15,4	28,4	43,2	17,2	19,2	22,9	29,4
20,2	21,8	17,5	35,4	26,4	22,5	31,5	81,1	14,4	19,5	25,7	27,9
18,6	22,3	36,2	28,4	25,6	20,4	26,1	42,4	13,8	19,6	23	62,4
17,3	20,8	22	38,7	24,6	20,9	16,7	38,6	17,8	19,8	22,2	36,7
16,2	21,9	23,4	32,3	25,6	19,2	26,1	46,1	15,6	20,1	26,1	20,9
21,3	20,7	18,1	35,7	24,9	19,1	31,6	34,3	15,9	20,2	22,4	32,6
16,8	21,8	21,5	38,2	26,1	20,4	19,6	42,2	16	18,7	21,2	33,8
17,9	21,525	22,325	36,88	24,59	20,19	23,17	48,91	15,815	19,49	21,835	38,48
2,51	4,07	5,10	6,83	4,59	4,81	5,44	16,69	2,85	2,50	3,85	10,11

Πίνακας 5 Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν με τον φορητό μετρητή χλωροφύλλης από τις 13/2/2018 μέχρι τις 10/3/2018. Στην προτελευταία σειρά έχουν υπολογιστεί οι Μ.Ο. των μετρήσεων ανά ημερομηνία και ποικιλία και στην τελευταία οι τυπικές αποκλίσεις



Διάγραμμα 3 Απεικόνιση των μετρήσεων χλωροφύλλης με τον φορητό μετρητή

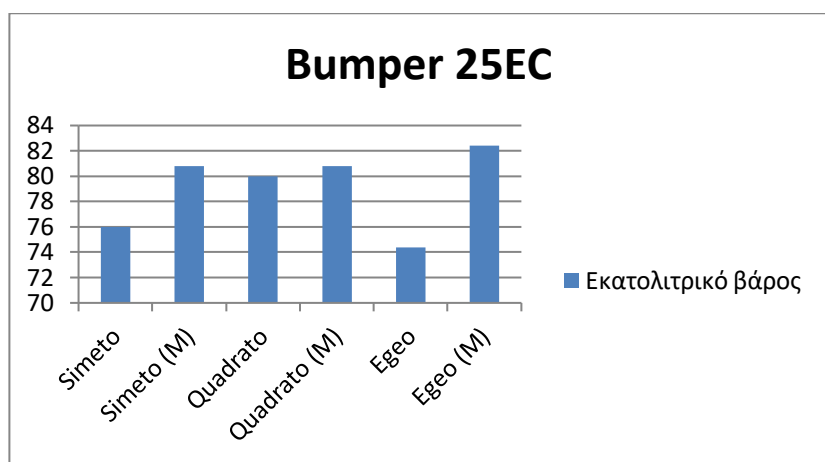
3.4 Ανάλυση σπόρων

3.4.1. Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους σπόρων

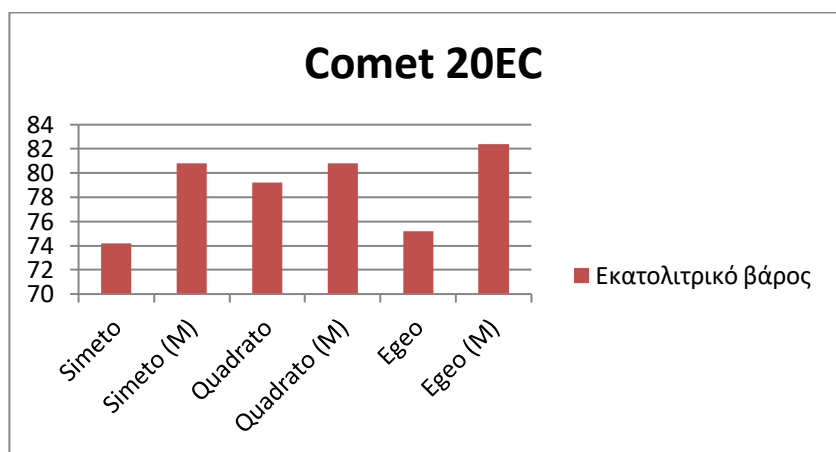
Με την χρήση ζυγαριάς ακριβείας και εκατολιτρικού ζυγού υπολογίστηκε το εκατολιτρικό βάρος σπόρων του μάρτυρα και των τριών ποικιλιών, καθώς και των σπόρων όπου έγινε εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα και πίνακα.

	Bumper 25EC	Comet 20EC	Madison 263SC	Prosaro 250EC	Sphera 535SC
Simeto	76 ± 3,2	74,2 ± 3,6	78,4 ± 2,8	74,4 ± 2,4	76 ± 2,9
Simeto (M)	80,8 ± 1,9				
Quadrato	80 ± 2,2	79,2 ± 2,4	77,6 ± 2,1	79,2 ± 2,8	79,2 ± 4,1
Quadrato (M)	80,8 ± 3,7				
Egeo	74,4 ± 2,7	75,2 ± 3,1	79,3 ± 5,3	81,6 ± 3,7	82,4 ± 4,6
Egeo (M)	82,4 ± 4,5				

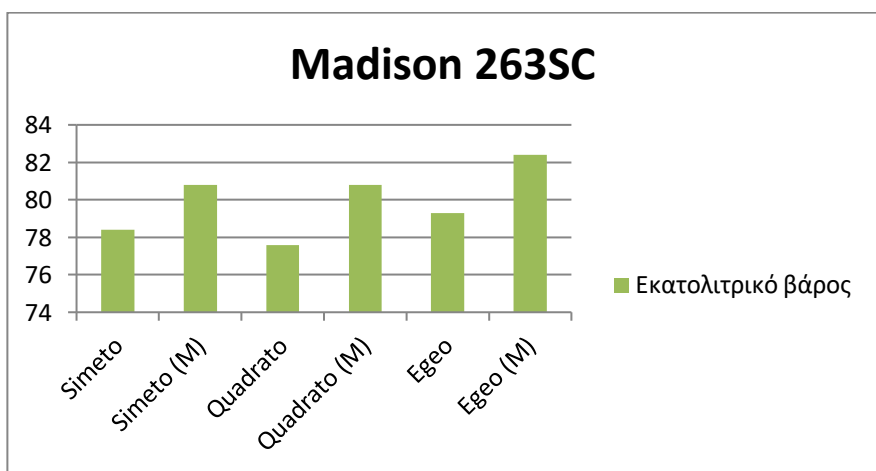
Πίνακας 6 Εκατολιτρικό βάρος (Kg/hL) των κόκκων των τριών ποικιλιών που εφαρμόστηκαν μυκητοκτόνα και των ανθέκαστων μαρτύρων



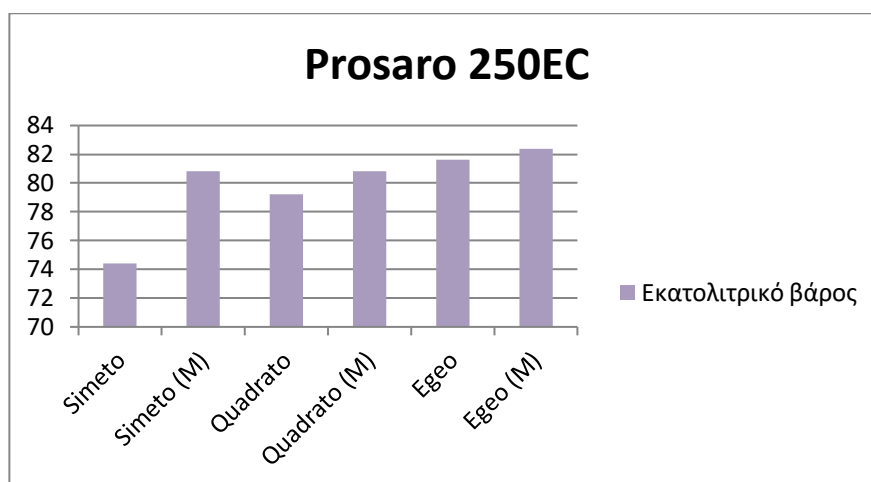
Διάγραμμα 4 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Bumper 25EC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες



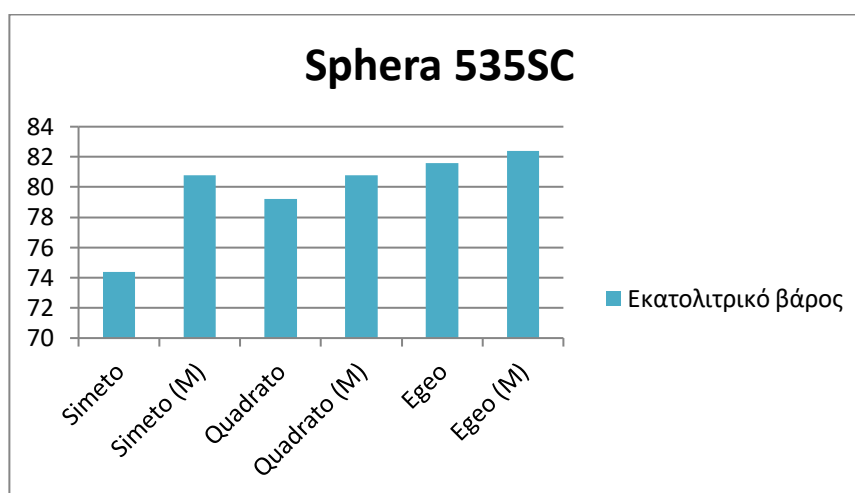
Διάγραμμα 5 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Comet 20EC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες



Διάγραμμα 6 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Madison 263SC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες



Διάγραμμα 7 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Prosaro 250EC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες



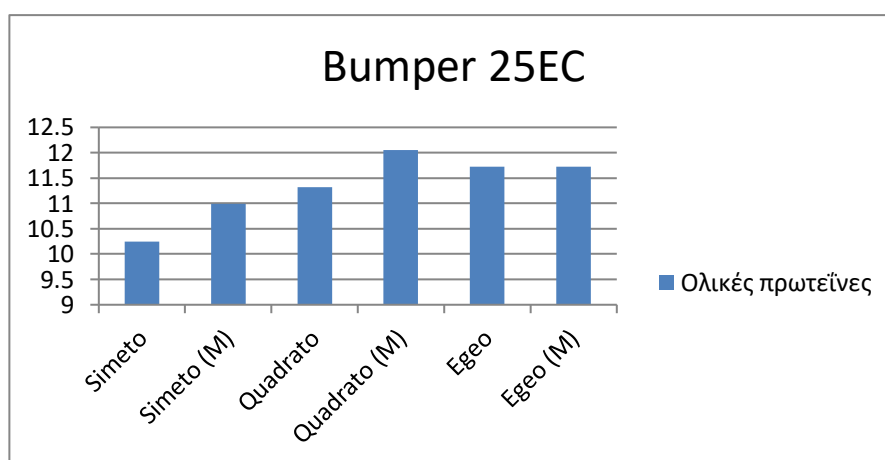
Διάγραμμα 8 Υπολογισμός εκατολιτρικού βάρους στους σπόρους και των τριών ποικιλιών που ψεκάστηκαν με το Sphera 535SC, αλλά και από τους αντίστοιχους μάρτυρες

3.4.2 Υπολογισμός της περιεκτικότητας ολικών πρωτεϊνών σπόρων

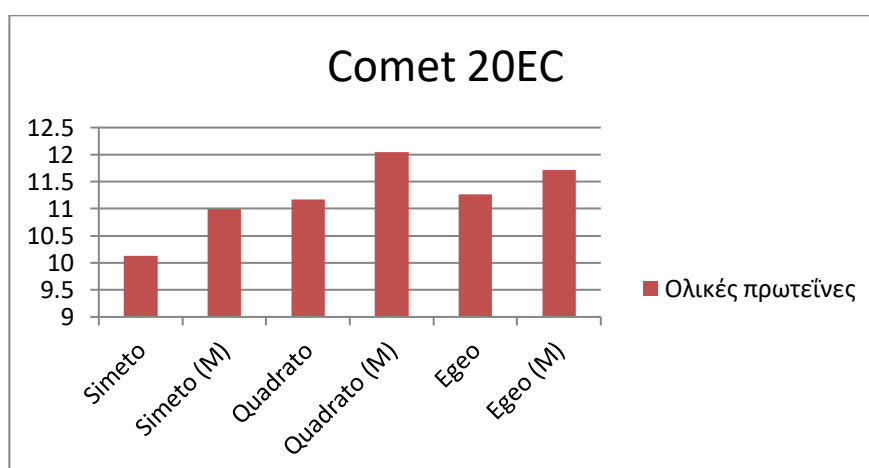
Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζονται για τις τρεις ποικιλίες σε αγέκαστους μάρτυρες και στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα πέντε εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα η περιεκτικότητα ολικών πρωτεϊνών των σπόρων.

	Bumper 25EC	Comet 20EC	Madison 263SC	Prosaro 250EC	Sphera 535SC
Simeto	10,24 ± 0,21	10,13 ± 0,18	10,2 ± 0,17	9,65 ± 0,51	9,64 ± 0,37
Simeto (M)	10,99 ± 0,24				
Quadrato	11,32 ± 0,26	11,17 ± 0,12	11,13 ± 0,15	10,83 ± 0,11	10,83 ± 0,17
Quadrato (M)	12,05 ± 0,18				
Egeo	11,73 ± 0,23	11,27 ± 0,15	11,34 ± 0,16	11,28 ± 0,09	11,21 ± 0,17
Egeo (M)	11,72 ± 0,08				

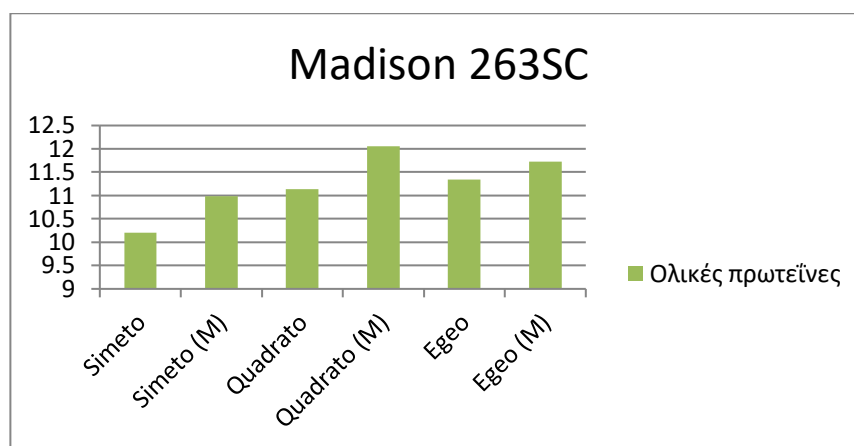
Πίνακας 7 Συγκέντρωση ολικών πρωτεϊνών (%) των κόκκων των τριών ποικιλιών που εφαρμόστηκαν μυκητοκτόνα και των αγέκαστων μαρτύρων



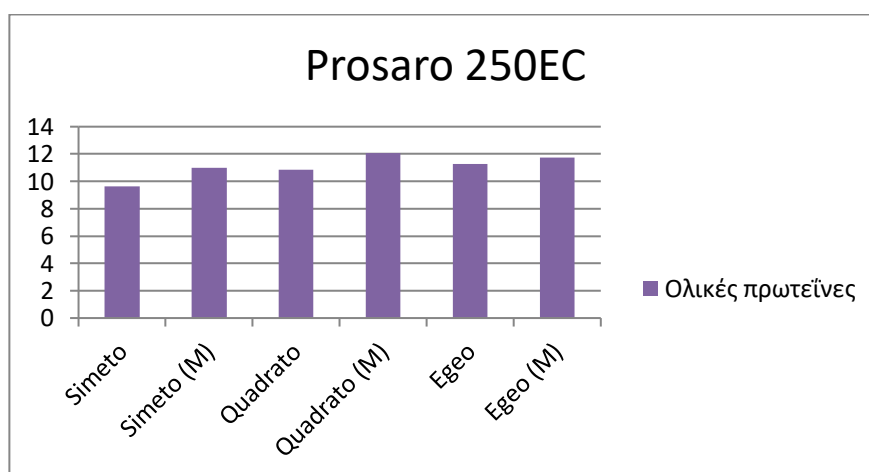
Διάγραμμα 9 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Bumper 25EC και σε σπόρους από τους αγέκαστους μάρτυρες



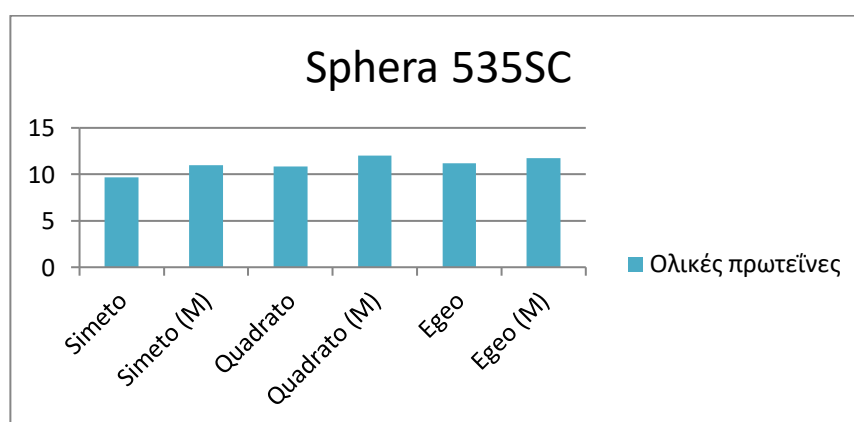
Διάγραμμα 10 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Comet 20EC και σε σπόρους από τους αγέκαστους μάρτυρες



Διάγραμμα 11 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Madison 263SC και σε σπόρους από τους αγέκαστους μάρτυρες



Διάγραμμα 12 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Prosaro 250EC και σε σπόρους από τους αγέκαστους μάρτυρες



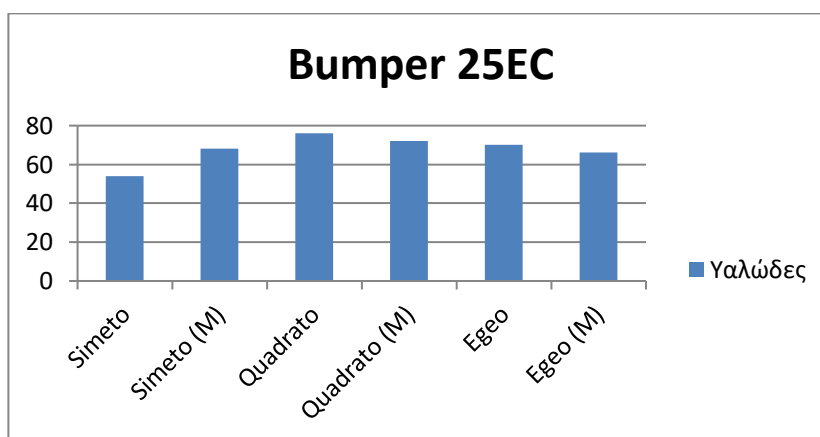
Διάγραμμα 13 Απεικόνιση ολικών πρωτεϊνών σε σπόρους φυτών και των τριών ποικιλιών, που ψεκάστηκαν με Sphera 535SCC και σε σπόρους από τους αγέκαστους μάρτυρες

3.4.3 Υπολογισμός περιεκτικότητας υαλωδών σπόρων

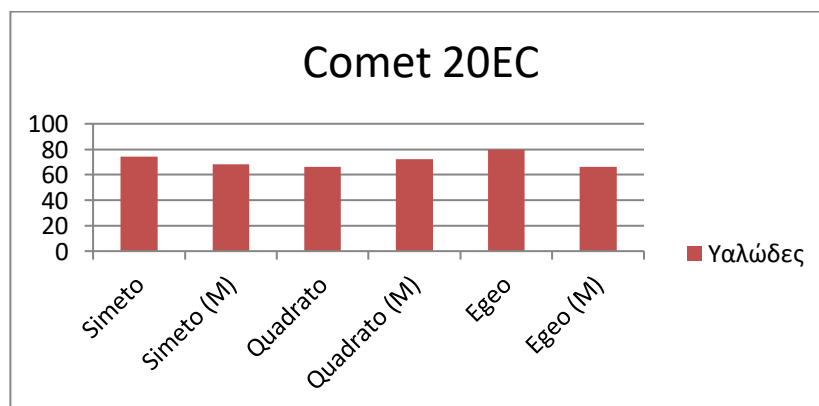
Σύγκριση μεταξύ των πέντε εφαρμογών με μυκητοκτόνα σε φυτά και των τριών ποικιλιών, αλλά και των αγέκαστων μαρτύρων, σχετικά με την περιεκτικότητα υαλωδών σπόρων.

	Bumper 25EC	Comet 20EC	Madison 263SC	Prosaro 250EC	Sphera 535SC
Simeto	54 ± 8	74 ± 6	66 ± 13	64 ± 15	48 ± 8
Simeto (M)	68 ± 12				
Quadrato	76 ± 6	66 ± 4	68 ± 7	58 ± 13	68 ± 8
Quadrato (M)	72 ± 16				
Egeo	70 ± 8	80 ± 6	66 ± 12	72 ± 9	72 ± 4
Egeo (M)	66 ± 17				

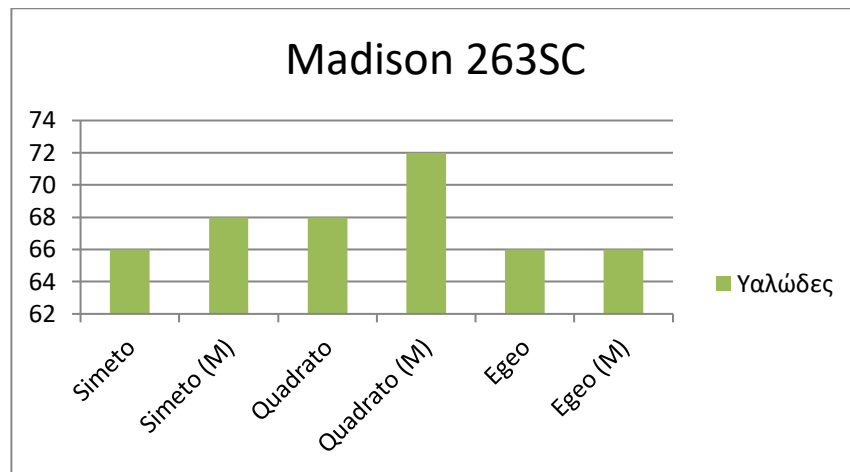
Πίνακας 8 Περιεκτικότητα υαλωδών κόκκων (%) των τριών ποικιλιών που εφαρμόστηκαν μυκητοκτόνα και των αγέκαστων μαρτύρων



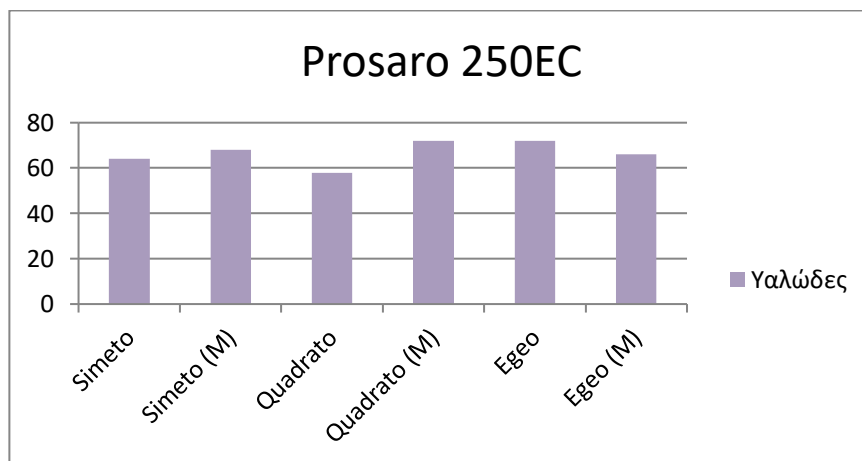
Διάγραμμα 14 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Bumper 25EC και αγέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών



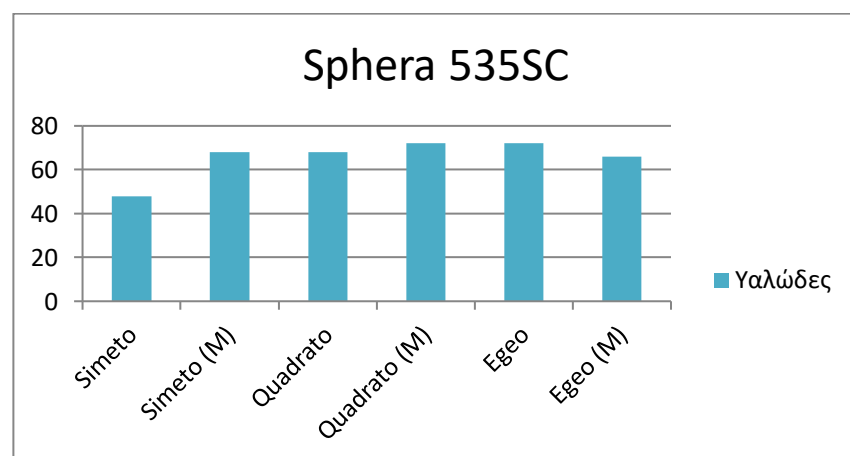
Διάγραμμα 15 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Comet 20EC και αγέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών



Διάγραμμα 16 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Madison 263SC και αγέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών



Διάγραμμα 17 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Prosaro 250EC και αγέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών



Διάγραμμα 18 Σύγκριση υαλωδών σπόρων σε φυτά όπου εφαρμόστηκε Sphera 535SC και αγέκαστων μαρτύρων και των τριών ποικιλιών

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Ανάπτυξη φυτών και μετεωρολογικά δεδομένα

Η σποροκλίνη είχε προετοιμαστεί επιμελώς και δεδομένου ότι οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές οι σπόροι και των τριών ποικιλιών φύτρωσαν μέσα στις πρώτες 10 ημέρες (Εικ. 9 & 10). Το γεγονός ότι ο σπόρος ήταν πιστοποιημένος έδωσε πολύ υψηλά ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας και έτσι από τις αρχές Φεβρουαρίου από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις του πειραματικού αγρού διαπιστώθηκε καλό και έγκαιρο κλείσιμο των γραμμών (Εικ. 11).

Στο Διάγραμμα 1 έχουν τοποθετηθεί όλες οι περιβαλλοντικές παράμετροι που καταγράφηκαν από την σπορά μέχρι την συγκομιδή της καλλιέργειας σε συνάρτηση με το στάδιο των φυτών Simeto, Quadrato και Egeo τις ημέρες που λάμβαναν χώρα οι δειγματοληψίες. Από τις γραμμές του διαγράμματος που αναφέρονται στα στάδια ανάπτυξης κατά Zadoks προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι ποικιλίες Egeo και Quadrato είχαν καλύτερη πρώτη ανάπτυξη σε σχέση με τα φυτά της Simeto. Όπως περιγράφεται στον Πίνακα 3, αλλά γίνεται και αντιληπτό μέσω των Εικ. 12 & 13 στις 13/2/18 τα φυτά της Simeto ήταν στο στάδιο ανάπτυξης (Growth Scale) GS22, δηλαδή στο στάδιο του αδελφώματος όπου διακρίνεται ο κύριος βλαστός και δύο αδέρφια. Ενώ στα φυτά των Egeo και Quadrato διακρίνεται ο κύριος βλαστός και τρία αδέρφια. Οι θερμοκρασίες κυμαίνονται σε αναμενόμενα για την εποχή επίπεδα (μέση θερμοκρασία ημέρας 5,6 °C), ενώ η βροχόπτωση παραμένει σταθερά σε υψηλά επίπεδα από τον Δεκέμβριο.

Στις δειγματοληψίες που ακολουθούν (18,28/2 και 10/3) τα φυτά των τριών ποικιλιών βρίσκονται στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης και περνάνε σταδιακά από το στάδιο του αδελφώματος στο στάδιο ανάπτυξης του βλαστού, όπου παρατηρείται εμφάνιση των ταξιανθιών, του πρώτου και αργότερα του δεύτερου κόμπου (Εικ. 14,15,16 & 17). Οι κλιματολογικές συνθήκες εξακολουθούν να βρίσκονται σε φυσιολογικά για την εποχή επίπεδα, με την εμφάνιση μιας κορυφής στη γραμμή που περιγράφει το ύψος βροχόπτωσης τις 10 ημέρες που προηγήθηκαν τις δειγματοληψίας και συγκεκριμένα στις 28/2 μετρήθηκαν 135,2 mm βροχόπτωσης, που αντιστοιχούν σε διπλάσια ποσότητα συγκρινόμενη με τις προηγούμενες μετρήσεις. Ήδη στα φυτά αρχίζουν να εντοπίζονται συμπτώματα της *Septoria tritici* και ιδιαίτερα σε αυτά της Quadrato τα οποία εμφανίζουν μια ευαισθησία στο παθογόνο. Χλωρώσεις στα φύλλα και των τριών ποικιλιών, που πιθανόν να οφείλονται και στα υψηλά ποσοστά υγρασίας εμφανίστηκαν στις δειγματοληψίες αυτές.

Στην δειγματοληψία που ακολούθησε (20/3) τα φυτά των Simeto και Quadrato βρίσκονται στο στάδιο της εμφάνισης του φύλλου σημαία (GS37), ενώ τα φυτά της Egeo φαίνεται να είναι πιο πρόωμα και φτάνουν στο στάδιο όπου η θήκη του φύλλου σημαία επεκτείνεται

(GS41), όπως μαρτυρά η Εικ. 18. Η θερμοκρασία ανεβαίνει αισθητά και σταθεροποιείται πάνω από 13 °C και τις τελευταίες δέκα ημέρες έχουν πέσει μόλις 3,4 mm βροχόπτωσης.

Στις αρχές Μαΐου και συγκεκριμένα την 4η ημέρα του μήνα τα φυτά μετρούσαν 129 ημέρες από την σπορά και ήδη είχαν φτάσει σχεδόν στο τελικό τους ύψος. Με την μέση θερμοκρασία να ξεπερνάει τους 20 °C και το πολύ μικρό ύψος βροχόπτωσης τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο του γάλακτος, GS77 για τα φυτά της ποικιλίας Simeto και GS79 για τα φυτά των ποικιλιών Quadrato και Egeo (Εικ. 19 & 20).

Η τελευταία συλλογή φυτών πραγματοποιήθηκε την ημέρα της συγκομιδής στις 7/6. Όπως φαίνεται και στην Εικ. 21 τα στάχυα στις ποικιλίες Simeto και Egeo βρίσκονται σε όρθια θέση, ενώ του Quadrato έχουν πάρει μια κλίση περίπου 90 μοιρών. Οι θερμοκρασίες κατά την περίοδο αυτή ξεπερνάνε τους 27 °C και η τελευταία βροχόπτωση εντοπίζεται στα μέσα του προηγούμενου μήνα.

Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών καταγράφονταν το ύψος των φυτών ανά ποικιλία και όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 2 τα φυτά της ποικιλίας Egeo από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, που εντοπίζεται χρονικά στα μέσα Φεβρουαρίου, και έπειτα είχε σταθερά μεγαλύτερο Μ.Ο. ύψους έναντι των δύο άλλων ποικιλιών. Τα χαμηλότερα φυτά ανήκαν στην ποικιλία Simeto με το τελικό τους Μ.Ο. ύψους να διαμορφώνεται στα 82 cm, τα φυτά της Quadrato στα 99 cm και της Egeo στα 102 cm. Κάτι που συμπεραίνεται και από τις Εικ. 14,15,16 & 17 είναι το γεγονός ότι τα φυτά των ποικιλιών Quadrato και Egeo αδελφωσαν πολύ καλύτερα σε σχέση με τα φυτά της Simeto με σοβαρό αντίκτυπο και στην τελική παραγωγή που διαμορφώθηκε στα 534 κιλά / στρέμμα και 556 κιλά / στρέμμα αντίστοιχα για τις δύο πρώτες και στα 376 κιλά / στρέμμα για την Simeto.

Εξέλιξη της ασθένειας και αξιολόγηση προσβολής

Δειγματοληψία 13/2/2018

Στα φυτά της ποικιλίας Simeto παρατηρήθηκε καλή ανάπτυξη και έντονο πράσινο χρώμα στα φύλλα, ωστόσο τα κατώτερα φύλλα που ήταν σε επαφή με το έδαφος εμφάνισαν χλωρώσεις (Εικ. 23). Τα φυτά της ποικιλίας Egeo είχαν την καλύτερη ανάπτυξη και μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και σκούρο πράσινο χρώμα. Παρατηρήθηκαν στις κορυφές κάποιων φύλλων ξηράνσεις που πιθανώς οφείλονται σε μηχανικό τραυματισμό των φύλλων.

Στα φυτά της ποικιλίας Quadrato και ιδιαίτερα στα κατώτερα φύλλα εντοπίστηκαν νεκρωτικές κηλίδες κατά μήκος του φύλλου που περιβάλλονταν από κίτρινο μεταχρωματισμό (Εικ. 23). Δεν έχουμε ακόμα την εμφάνιση πυκνιδίων, τα συμπτώματα όμως, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο *M. graminicola* έχει ήδη εγκατασταθεί στην καλλιέργεια.

Δειγματοληψία 18/2/2018

Μετά από λίγες ημέρες εμφάνιση συμπτωμάτων παρουσιάστηκαν στα φυτά της ποικιλίας Simeto (Εικ. 23). Κίτρινοι μεταχρωματισμοί που εξελίσσονται σε νεκρωτικές κηλίδες και σχηματισμός πυκνιδίων. Συνεπώς ο *M. graminicola* έκανε την εμφάνιση του και στα φυτά της ποικιλίας Simeto, πέρα από αυτά της ποικιλίας Quadrato, όπου και στην συγκεκριμένη δειγματοληψία εντοπίζονται πυκνίδια του μύκητα στα κατώτερα φύλλα (Εικ. 23).

Αντιθέτως, στα φυτά της ποικιλίας Egeo δεν παρατηρείται κάποιο σύμπτωμα που να παραπέμπει στην εγκατάσταση του *M. graminicola*. Τα φυτά εξακολουθούν να αναπτύσσονται κανονικά διατηρώντας βαθύ πράσινο χρώμα.

Δειγματοληψία 28/2/2018

Τα φυτά έχουν φτάσει στο στάδιο GS32 σύμφωνα με την κλίμακα Zadoks και όπως φαίνεται στην Εικ. 24 για τις ποικιλίες Simeto και Egeo αντίστοιχα, παρατηρούνται χλωρώσεις στα κατώτερα φύλλα.

Όμως στα φυτά της ποικιλίας Quadrato παρατηρήθηκαν χλωρώσεις κυρίως στα άκρα των φύλλων, νεκρωτικές κηλίδες και περιοχές με πυκνίδια. Ο μύκητας *M. graminicola* έχει εγκατασταθεί όλο τον Φεβρουάριο στα φυτά της συγκεκριμένης ποικιλίας και προσβάλλει περισσότερα φυτά με την πάροδο του χρόνου. Το γεγονός αυτό μαρτυρά την ευαισθησία της συγκεκριμένης ποικιλίας στον *M. graminicola* και λαμβάνοντας υπόψη ότι σπάνια έχει απομονωθεί από σπόρους (Suffert et al., 2011) εξάγεται το συμπέρασμα ότι το πρωτογενές μόλυσμα προέρχεται από ασκοσπόρια του μύκητα που υπήρχαν σε υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Δεδομένου ότι προηγείται μια λανθάνουσα περίοδος χωρίς την εμφάνιση πυκνιδίων, η μόλυνση των φυτών ξεκίνησε από πολύ νωρίς (Εικ. 25).

Δειγματοληψία 10/3/2018

Τόσο στα φυτά της ποικιλίας Simeto, όσο και σε αυτά της ποικιλίας Quadrato παρατηρούνται έντονα χλωρωτικά φαινόμενα. Στα κατώτερα κυρίως φύλλα, αλλά σε αρκετά μεγάλο βαθμό τα φύλλα εμφανίζουν χλωρώσεις σε όλο το μήκος τους (Εικ.26).

Στα φυτά της ποικιλίας Egeo πέρα από την έντονη χλώρωση των φύλλων, ιδιαίτερα των κατώτερων, εμφανίστηκαν και νεκρωτικές κηλίδες για πρώτη φορά από την έναρξη των δειγματοληψιών, όπως φαίνεται στην Εικ. 27. Η εμφάνιση των νεκρωτικών κηλίδων οδηγεί στο συμπέρασμα μιας ενδεχόμενης προσβολής των φυτών από τον *M. graminicola* αρκετά καθυστερημένα σε σχέση με την εγκατάσταση του στα φυτά των δύο άλλων ποικιλιών.

Δειγματοληψία 20/3/2018

Η εξάπλωση της ασθένειας γίνεται φανερή και μακροσκοπικά σε επίπεδο αγρού. Στα φυτά και των τριών ποικιλιών παρατηρείται έντονος μεταχρωματισμός των φύλλων. Ιδιαίτερα στις ποικιλίες Simeto και Quadrato εντοπίστηκαν χλωρώσεις των φύλλων και νεκρωτικές κηλίδες σε όλο το μήκος τους. Σε φυτά της ποικιλίας Egeo εμφανίστηκαν κηλίδες κατά μήκος του άξονα του φύλλου, όχι όμως τόσο έντονα συμπτώματα όσο στις άλλες δύο ποικιλίες (Εικ. 28).

Δειγματοληψία 4/5/2018

Τα φυτά έχουν φτάσει στο στάδιο του γάλακτος (GS77 κατά Zadoks) και από την μακροσκοπική εικόνα των φυτών της ποικιλίας Simeto διαπιστώθηκε ότι το φύλλο σημαία είναι καθαρό σε πολύ μεγάλο ποσοστό, ενώ στο δεύτερο φύλλο εμφανίζονται μικρές νεκρωτικές κηλίδες (Εικ. 29). Το τρίτο φύλλο παρουσιάζει έντονη χλώρωση κατά μήκος του άξονα του φύλλου και κηλίδες γεμάτες με πυκνίδια του μύκητα *M. graminicola*.

Στα φυτά της ποικιλίας Quadrato τα συμπτώματα είναι πολύ πιο έντονα. Ακόμα και στο φύλλο σημαία παρατηρείται μεταχρωματισμός σε μεγάλο ποσοστό των φύλλων και νεκρωτικές κηλίδες προς το άκρο τους. Το δεύτερο φύλλο σε ποσοστό περίπου 50% έχει χάσει την σπαργή του και έχει ξεραθεί και φέρει πυκνίδια, ενώ το τρίτο φύλλο είναι μη λειτουργικό με ολική ξήρανση και μεγάλο αριθμό πυκνιδίων (Εικ. 30).

Η ποικιλία Egeo εξακολουθεί να παρουσιάζει κάποια ανθεκτικότητα έναντι του *M. graminicola*, διατηρώντας το φύλλο σημαία και το δεύτερο φύλλο καθαρά και με έντονο πράσινο χρώμα (Εικ. 31). Η ασθένεια έχει εγκατασταθεί και στα φυτά της ποικιλίας αυτής, συγκεκριμένα στο τρίτο φύλλο εμφανίζονται πυκνίδια του *M. graminicola* σε κηλίδες προσβολής τόσο στην βάση του ελάσματος, όσο και σε όλο το μήκος των φύλλων.

Δειγματοληψία 20/5/2018

Είναι η τελευταία δειγματοληψία φύλλων της καλλιέργειας και η εξέταση των δειγμάτων έγινε ξεχωριστά για το φύλλο σημαία, το δεύτερο και το τρίτο φύλλο. Κατά τη σύγκριση του φύλλου σημαία για τα φυτά και των τριών ποικιλιών διαπιστώθηκε ότι τα φυτά της ποικιλίας Simeto το διατήρησαν μέχρι το τέλος καθαρό με ένα ποσοστό μόλυνσης 12,3 % συνεισφέροντας αρκετά στο γέμισμα του σπόρου (Πίνακας 4).

Στα φυτά της ποικιλίας Egeo το ποσοστό προσβολής του φύλλου σημαία είναι λίγο μικρότερο, της τάξης του 7,3 % (Πίνακας 4), με χλωρώσεις και νεκρούς ιστούς με πυκνίδια κυρίως στην βάση του ελάσματος και στην άκρη των φύλλων (Εικ. 35).

Το φύλλο σημαία στα φυτά της ποικιλίας Quadrato, όπως φαίνεται και στην Εικ. 35, αντιμετωπίζουν σοβαρό πρόβλημα με ποσοστό προσβολής που ξεπερνά το 45 % της επιφάνειάς τους και εμφάνιση μεγάλων νεκρωτικών κηλίδων γεμάτες με πυκνίδια.

Στο δεύτερο φύλλο φυτών της ποικιλίας Simeto τα συμπτώματα είναι πιο έντονα με την ανάπτυξη κηλίδων κατά μήκος των φύλλων και ποσοστό προσβολής 37,8 %, ωστόσο συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα φύλλα φυτών των ποικιλιών Quadrato (69,7 %) και Egeo (74,4 %) είναι σε πολύ καλύτερη κατάσταση με ζωντανό ιστό σχεδόν διπλάσιου ποσοστού συγκρινόμενο με τον ζωντανό ιστό των άλλων δύο ποικιλιών. Στις ποικιλίες αυτές το δεύτερο φύλλο έχει χάσει σχεδόν ολοκληρωτικά την σπαργή του και εμφανίζονται πυκνίδια σε όλο το μήκος των φύλλων.

Είναι ξεκάθαρο ότι στις ποικιλίες Egeo και Quadrato το δεύτερο φύλλο, όπως και το τρίτο που έχει χάσει την σπαργή του εντελώς, συμμετέχουν ελάχιστα στην λειτουργία του φυτού από το στάδιο αυτό και έπειτα, καθώς και στο γέμισμα των σπόρων που θα καθορίσει και την τελική παραγωγή της καλλιέργειας. Το τρίτο φύλλο της ποικιλίας Simeto έχει φυσικά προσβληθεί σε ποσοστό κοντά στο 78%, συνεισφέροντας έτσι μέχρι τέλους στη διαμόρφωση της παραγωγής.

Συγκέντρωση χλωροφύλλης

Από την καταγραφή των αποτελεσμάτων μέτρησης της χλωροφύλλης για το διάστημα 13/2/2018 μέχρι και 10/3/2018, όπου πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις προέκυψαν ορισμένα ενδιαφέροντα στοιχεία. Παρατηρώντας την απεικόνιση των τιμών στο Διάγραμμα 3 διαπιστώνεται ότι για τα φυτά της ποικιλίας Simeto και Egeo η ποσότητα της χλωροφύλλης αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, γεγονός αναμενόμενο μιας και στο διάστημα αυτό τα φύλλα των φυτών αυξάνονται σε μέγεθος και αριθμό, δίνοντας ουσιαστικά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ικανή να φωτοσυνθέσει.

Στα φυτά της ποικιλίας Quadrato όμως, ενώ αρχικά η χλωροφύλλη ήταν στα ίδια επίπεδα με τα φυτά των δυο άλλων ποικιλιών τις επόμενες δύο μετρήσεις παρουσίασε μια μείωση της τάξης του 18% στις 18/2/2018 και 6% στις 28/2/2018 σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Η μείωση αυτή στην χλωροφύλλη πιθανόν να οφείλεται στην προσβολή των φυτών της ποικιλίας αυτής από τον *M. graminicola* μιας και τα συμπτώματα ήταν ορατά στα δείγματα που συλλέχθηκαν εκείνη την περίοδο.

Ανάλυση σπόρων

Η εφαρμογή με τα εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα έχει αρχές Μαΐου και εξαιτίας της πρωίμισης της καλλιέργειας, κυρίως λόγω των κλιματολογικών συνθηκών, δεν ήταν δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων από τη σύγκριση φύλλων από φυτά διαφορετικών μεταχειρίσεων και ποικιλιών και γι αυτό το λόγο επιλέχθηκε η ανάλυση των σπόρων στο τελικό προϊόν.

Μετρήθηκαν για τις τρεις ποικιλίες και για τις πέντε εφαρμογές με διαφορετικά σκευάσματα, καθώς επίσης και για τους μάρτυρες, τρία χαρακτηριστικά του σκληρού σίτου που λαμβάνονται υπόψη για την ποιοτική κατάταξη των σιτηρών. Στους Πίνακες 6,7 & 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του εκατολιτρικού βάρους, το ποσοστό υαλωδών κόκκων και οι περιεκτικότητες σε ολική πρωτεΐνη, ενώ στα διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζονται σχηματικά οι διαφορές μεταξύ ψεκασμένου και απέκαστου μάρτυρα και των τριών ποικιλιών με κάθε σκεύασμα ξεχωριστά.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 6 μεταξύ των απέκαστων μαρτύρων, τα φυτά της ποικιλίας Egeo παρουσίασαν την μεγαλύτερη τιμή και κατατάσσονται στην κατηγορία άριστης ποιότητας σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες που κατατάσσονται στην 1η

κατηγορία. Ωστόσο, αυτό που παρατηρήθηκε σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές τόσο στα φυτά της ποικιλίας Simeto, όσο και στα φυτά της Egeo ήταν μια μικρή μείωση του εκατολιτρικού βάρους των κόκκων.

Πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία Simeto καταγράφηκε μείωση της τάξης των 2 ποσοστιαίων μονάδων στην εφαρμογή με το Madison 263SC (Διάγραμμα 6) μέχρι και μείωση 6,6 ποσοστιαίων μονάδων στην εφαρμογή με Comet 20EC (Διάγραμμα 5). Στην ποικιλία Egeo και στην εφαρμογή με Bumper 25EC εντοπίστηκε μείωση 8 ποσοστιαίων μονάδων (Διάγραμμα 4), ενώ στις εφαρμογές με Prosaro 250EC και Sphera 535SC υπήρξαν οι ίδιες τιμές με τον μάρτυρα. Η μικρότερη μεταβολή, στα όρια του στατιστικού λάθους, παρατηρήθηκε στην ποικιλία Quadrato, όπου οι μετρήσεις σε όλες σχεδόν τις εφαρμογές ήταν παρόμοιες με τον ανέκαστο μάρτυρα, με μοναδική εξαίρεση στην εφαρμογή με Madison 263SC (Διάγραμμα 6) με μείωση κατά τρεις περίπου ποσοστιαίες μονάδες.

Κατά τον υπολογισμό των ολικών πρωτεϊνών και σύμφωνα με τον Πίνακα 7, παρατηρήθηκε ότι μεταξύ των ανέκαστων μαρτύρων την υψηλότερη συγκέντρωση είχαν τα φυτά της ποικιλίας Quadrato που κατατάσσονται ως ποιοτικώς μέτρια, όπως και τα φυτά της ποικιλίας Egeo. Τα φυτά της ποικιλίας Simeto με βάση την μέτρηση κατατάχθηκαν στην κατηγορία χαμηλής ποιότητας.

Στην ποικιλία Simeto παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση στη συγκέντρωση πρωτεϊνών στις εφαρμογές με Bumper 25EC, Comet 20EC και Madison 263SC (Διαγράμματα 9,10 & 11), ενώ στις εφαρμογές με Prosaro 250EC και Sphera 535SC (Διαγράμματα 12,13) οι τιμές είναι κάτω από το όριο του 10% και θα κατευθυνόταν για ζωοτροφές. Στα φυτά της Quadrato παρατηρήθηκε επίσης μείωση της συγκέντρωσης στις δύο τελευταίες εφαρμογές (Διαγράμματα 12 & 13). Αντίθετα, στα φυτά της ποικιλίας Egeo δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες μεταβολές στην συγκέντρωση των ολικών πρωτεϊνών μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών και του ανέκαστου μάρτυρα.

Τέλος, στην περίπτωση της μέτρησης των υαλωδών κόκκων, μεταξύ των μαρτύρων των τριών ποικιλιών με βάση τον Πίνακα 8, η Quadrato είχε το μεγαλύτερο ποσοστό υαλωδών, ακολούθησε η Simeto και μετά η Egeo, αν και συγκρινόμενα με τα ποσοστά που κατατάσσουν τους σπόρους στην μέτρια ποιότητα βρέθηκαν αρκετά χαμηλότερα.

Στην εφαρμογή με Bumper 25EC τόσο στην ποικιλία Quadrato, όσο και στην Egeo παρατηρήθηκε αύξηση των υαλωδών κόκκων έναντι του μάρτυρα, ενώ στην Simeto μείωση (Διάγραμμα 14). Στην εφαρμογή με Comet 20EC παρατηρήθηκε αύξηση των υαλωδών στις ποικιλίες Simeto και Egeo και μείωση στην Quadrato (Διάγραμμα 15). Μείωση έναντι των

αψέκαστων μαρτύρων παρατηρήθηκε και στις τρεις ποικιλίες στην εφαρμογή με Madison 263SC (Διάγραμμα 16), ενώ στην εφαρμογή με Prosaro 250EC, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 17, εντοπίστηκε αύξηση των υαλωδών μόνο στην ποικιλία Egeo. Όπως επίσης και στην εφαρμογή με Sphera 535SC αύξηση των υαλωδών έναντι των μαρτύρων παρουσιάστηκε μόνο στην ποικιλία Egeo (Διάγραμμα 18).

Συνεπώς, διαπιστώνεται ότι το εκατολιτρικό βάρος δεν επηρεάστηκε από τις εφαρμογές με τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα και οι διαφορές ήταν μέσα στα όρια σφάλματος, συνεπώς οι εφαρμογές δεν επηρέασαν το σχήμα του κόκκου και την ομοιομορφία του μεγέθους και του σχήματος του κόκκου, καθώς επίσης και την πυκνότητα του σπόρου.

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη επίσης, δεν είχε αξιοσημείωτες διαφοροποιήσεις που να δείχνουν κάποια σχέση μεταξύ της εξέλιξης της ασθένειας και του τελικού προϊόντος. Με βάση τα αποτελέσματα το Simeto έδωσε σιτάρι χαμηλής ποιότητας ανεξάρτητα από τις εφαρμογές, το Quadrato χαμηλής και μέτριας ποιότητας και το Egeo μέτριας ποιότητας σιτάρι.

Όσον αφορά το ποσοστό υαλωδών κόκκων παρατηρήθηκε ότι σε πολλές εφαρμογές το τελικό προϊόν είχε μεγαλύτερο ποσοστό υαλωδών σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες. Επομένως η εφαρμογή μυκητοκτόνων επηρέασε θετικά ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό των σιτηρών, δίνοντας ποιοτικότερα προϊόντα και ενδεχομένως να αξίζει η περαιτέρω εξέταση της δράσης τους μέσω του περιορισμού του *M. graminicola* από τα πρώτα στάδια εμφάνισης του στην καλλιέργεια.

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι ο *M. graminicola* επηρέασε τα φυτά και των τριών ποικιλιών. Η ποικιλία Quadrato παρουσίασε την μεγαλύτερη ευαισθησία έναντι του παθογόνου, εμφανίστηκαν συμπτώματα από τις πρώτες δειγματοληψίες αρχές Φεβρουαρίου και μέχρι το τέλος του βιολογικού τους κύκλου και την συγκομιδή, προέκυπταν με την πάροδο του χρόνου μολύνσεις σε νέα φύλλα επηρεάζοντας σαφώς το δυναμικό παραγωγής της ποικιλίας.

Τα φυτά της ποικιλίας Simeto εμφάνισαν τα πρώτα συμπτώματα το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου, ωστόσο η εξέλιξη της καλλιέργειας ήταν μικρότερου βαθμού, συγκρινόμενη με την ποικιλία Quadrato. Ο *M. graminicola* εγκαταστάθηκε στην καλλιέργεια και συμπτώματα του παρατηρούνταν μέχρι και τις δειγματοληψίες πριν τη συγκομιδή, όμως τα φυτά διατήρησαν καθαρό σε μεγάλο ποσοστό το φύλλο σημαία, αλλά και το δεύτερο φύλλο σε επίπεδα κοντά στο 40% περιορίζοντας αισθητά τα ποσοστά

μόλυνσης. Η χαμηλή τελική παραγωγή οφείλεται κυρίως στην μικρή ποσότητα σπόρου για την συγκεκριμένη ποικιλία (μέτριο αδέρφωμα).

Η ποικιλία Egeo εμφάνισε μεγαλύτερη ανθεκτικότητα έναντι του *M. graminicola* ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας. Τα πρώτα συμπτώματα εντοπίστηκαν στις δειγματοληψίες του τρίτου δεκαημέρου του Μαρτίου, ενώ πυκνίδια σε φυτά της ποικιλίας εμφανίστηκαν αρχές Μαΐου. Παρά το γεγονός ότι τα φυτά δεν έδειχναν να επηρεάζονται αξιοσημείωτα, παρατηρήθηκε ότι από τα μέσα Μαΐου και έπειτα παρουσιάστηκαν ποσοστά προσβολής της τάξης του 10% στο φύλλο σημαία (χλωρώσεις και λίγες κηλίδες) και ιδιαίτερα στο δεύτερο και τρίτο φύλλο, όπου τα ποσοστά προσβολής άγγιξαν το 70-80%. Με βάση την συνολική εικόνα όμως μπορεί να θεωρηθεί λιγότερο ευαίσθητη ποικιλία στον *M. graminicola* συγκρινόμενη με την ποικιλία Quadrato.

Από την μέτρηση της χλωροφύλλης στα φυτά παρατηρήθηκε μία πτώση της τιμής στην ποικιλία Quadrato καθώς η καλλιέργεια εξελισσόταν, ενώ θα έπρεπε να αυξάνεται όπως έγινες στις δύο άλλες ποικιλίες. Η εγκατάσταση όμως του *M. graminicola* νωρίς τον Φεβρουάριο και η εμφάνιση συμπτωμάτων στα φύλλα, πιθανώς οδήγησαν στις χαμηλότερες τιμές χλωροφύλλης, αφού εντοπίστηκαν χλωρώσεις και κηλίδες. Μια ενδελεχής έρευνα με συγκέντρωση μετρήσεων από την αρχή μέχρι το τέλος της καλλιέργειας και μια αντιπαραβολή με την υγεία των φύλλων ή το στάδιο ανάπτυξης της ασθένειας θα μπορέσει να εξηγήσει καλύτερα πόσο και αν επηρεάζονται τα επίπεδα χλωροφύλλης.

Από την εφαρμογή πέντε εγκεκριμένων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων για την αντιμετώπιση του *M. graminicola* σε πειραματικά τεμάχια και των τριών ποικιλιών και την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος, παρατηρήθηκε ότι το εκατολιτρικό βάρος των σπόρων και η συγκέντρωση σε πρωτεΐνη δεν επηρεάστηκαν σημαντικά. Αυτό που έδειξε να μεταβάλλεται ήταν το ποσοστό σε υαλώδη. Σε πολλές από τις εφαρμογές τα υαλώδη ήταν περισσότερα σε σχέση με τους μάρτυρες, οι σπόροι δηλαδή ήταν σκληρότεροι και επομένως καλύτερης ποιότητας, πιθανόν λόγω της αναστολής στην περαιτέρω εξέλιξη της ασθένειας παρόλο που η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε αργά στην καλλιεργητική περίοδο. Η καλύτερη κατάσταση των φυτών που ψεκάστηκαν σε σχέση με τους μάρτυρες οδήγησαν σε καλύτερο γέμισμα των σπόρων και γι αυτό προέκυψε το συγκεκριμένο εύρημα. Ένα εύρημα που θα άξιζε να επαληθευτεί με ψεκασμούς από την εμφάνιση των συμπτωμάτων αρχές της Άνοιξης και μέχρι το τέλος της καλλιέργειας.

Βιβλιογραφία

Angus, W.J. and Fenwick, P.M. (2008). Using genetic resistance to combat pest and disease threats. In: *Arable Cropping in a Changing Climate*, Home Grown Cereals Authority (HGCA) Conference, 23 and 24 January 2008, pp. 21–27. London: HGCA.

Ben hassine , A., Hamada, W. (2014). First isolation of the *Mycosphaerella graminicola* teleomorph stage causing *Septoria* leaf blotch on wheat in Tunisia. *New Disease reports* 29, 18. British Society for Plant Pathology (BSPP).

Blatter, R.H.E., Jacomet, S. and Schlumbaum, A. (2004). About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Glutenin B1-1 and A1-2 subunit genes. *Theoretical and Applied Genetics* 108(2), pp. 360-367.

Brokenshire T. (1975c). Wheat debris as an inoculum source for seedling infection by *Septoria tritici*. *Plant Pathology* 24, 202– 207.

Brown J.S., Kellock A.W., Paddick R.G. (1978). Distribution and dissemination of *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter in relation to the epidemiology of speckled leaf blotch of wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 29, 1139–1145.

Buller, A.H.R. (1919). *Essays on wheat*. The MacMillan Company. New York, pp. 1-339.

Carleton, M.A. (1924). *The small grains*. Ed. L. H.G. Bailey. The MacMillan Company. New York, pp. 1-699.

Cohen, L., Eyal, Z. (1993). The histology of processes associated with the infection of resistant and susceptible wheat cultivars with *Septoria tritici*. *Plant Pathol.* 42, 737–743.

Dinoor A. (1977). Seed treatment of wheat with benzimidazole fungicides against *Septoria tritici* under semi-arid conditions. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 83, 339–342.

Djerbi M. (1977). Épidémiologie du *Septoria tritici* Rob. et Desm. Conservation et mode de formation de l'inoculum primaire. In: *Travaux de die's a` Georges Viennot-Bourgin*. Paris, France: Société Française de Phytopathologie, 91–101.

Duncan, K.E., Howard, R.J. (2000). Cytological analysis of wheat infection by the leaf blotch pathogen *Mycosphaerella graminicola*. *Mycol. Res.* 104, 1074–1082.

Eriksen, L., Munk, L. (2003). The occurrence of *Mycosphaerella graminicola* and its anamorph *Septoria tritici* in winter wheat during the growing season. *Eur. J. Plant Pathol.* 109, 253–259.

Eyal, Z., Scharen, A.L., Prescott, J.M., Van Ginkel, M. (1987). *The Septoria Diseases of Wheat, Concepts and Methods of Disease Management*. CIMMYT, Mexico, D.F..

Fraaije, B.A., Cools, H.J., Fountaine, J., Lovell, D.J., Motteram, J., West, J.S. and Lucas, J.A. (2005). Role of ascospores in further spread of QoI-resistant cytochrome b alleles (G143A) in field populations of *Mycosphaerella graminicola*. *Phytopathology*, 95, 933–941.

Fraaije, B.A., Cools, H.J., Kim, S.H., Motteram, J., Clark, W.S. and Lucas, J.A. (2007). A novel substitution I381V in the sterol 14 alpha-demethylase (CYP51) of *Mycosphaerella graminicola* is differentially selected by azole fungicides. *Mol. Plant Pathol.* 8, 245–254.

Gilbert J., Woods S.M. (2001). Leaf spot diseases of spring wheat in southern Manitoba farm fields under conventional and conservation tillage. *Canadian Journal of Plant Science* 81, 551–559.

Gurr, S.J., Fones, H. (2015). The impact of *Septoria tritici* Blotch disease on wheat: an EU perspective. *Fungal Genet. Biol.* 79, 3–7.

Halama P. (1996). The occurrence of *Mycosphaerella graminicola*, teleomorph of *Septoria tritici* in France. *Plant Pathology* 45, 135–138.

Hilu, H.B., Bever, W.M. (1957). Inoculation, oversummering and suscept-pathogen relationships of *Septoria tritici* on *Triticum* species. *Phytopathology* 72, 474–480.

Hollaway, G. (2014). *Septoria tritici* Blotch of Wheat (Information note AG1336). Victorian Government Department of Environment and Primary Instruction .

Holmes S.J.I., Colhoun J. (1975). Straw-borne inoculum of *Septoria nodorum* and *S. tritici* in relation to incidence of disease on wheat plants. *Plant Pathology* 24, 63–66.

Hunter T., Coker R.R., Royle D.J. (1999). The teleomorph stage, *Mycosphaerella graminicola*, in epidemics of *septoria tritici* blotch on winter wheat in the UK. *Plant Pathology* 48, 51–57.

Jaradat, A.A., Kanbertay, M., Peña-Chocarro, L., Hammer, K., Stavropoulos, N., Perrino, P. (1995). Ex situ conservation of hulled wheats. In: Paludosi S., Hammer K. & Heller J. Hulled Wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvechio Pascoli, Tuscany, Italy, IPGRI, pp. 120-127.

Kema, G.H.J., Yu, D.Z., Rijkenberg, F.H.J., Shaw, M.W., Baayen, R.P. (1996a). Histology of the pathogenesis of *Mycosphaerella graminicola* in wheat. *Phytopathology* 86, 777–786.

Keon, J., Antoniw, J., Carzaniga, R., Deller, S., Ward, J.L., Baker, J.M., Beale, M.H., Hammond-Kosack, K., Rudd, J.J. (2007). Transcriptional adaptation of *Mycosphaerella graminicola* to programmed cell death, PCD of its susceptible wheat host. *Mol. Plant Microbe Interact.* 20, 178–193.

Kohler - Schneider, M. and Caneppele, A. (2009). Late Neolithic agriculture in eastern Austria: archaeobotanical results from sites of the Baden and Jevišovice cultures (3600–2800 B.C.). *Vegetation History and Archaeobotany* 18: 61–74.

Lee, W.S., Rudd, J.J., Hammond-Kosack, K.E., Kanyuka, K. (2014). *Mycosphaerella graminicola* LysM effector-mediated stealth pathogenesis subverts recognition through both CERK1 and CEBiP homologues in wheat. *Mol. Plant Microbe Interact.* 27, 236–243.

Leroux P., Walker A.S., Albertini C., Gredt M. (2006). Resistance to fungicides in French populations of *Septoria tritici*, the causal agent of wheat leaf blotch. *Aspects of Applied Biology*, 178, 153–162.

Lovell D.J., Parker S.R., Hunter T., Royle D.J., Coker R.R. (1997). Influence of crop growth and structure on the risk of epidemics by *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) in winter wheat. *Plant Pathology* 46, 126–138.

Luthra J.C., Sattar A., Ghani M.A. (1938). Perpetuation and control of *Septoria* disease of wheat in the Punjab. *Agriculture and Livestock in India* 8, 17–25. In: *Review of Applied Mycology* 17, 383.

Madden L.V., Hughes G., Van den Bosch F. (2007). *The Study of Plant Disease Epidemics*. St. Paul, MN, USA: APS Press.

Marshall, R., Kombrink, A., Motteram, J., Loza-Reyes, E., Lucas, J., Hammond Kosack, K.E., Thomma, B.P., Rudd, J.J. (2011). Analysis of two in planta expressed LysM effector homologs from the fungus *Mycosphaerella graminicola* reveals novel functional properties and varying contributions to virulence on wheat. *Plant Physiol.* 156, 756–769.

Maumene´ C., Beauvallet G., Labreuche J., Orlando B. (2009). Observations relatives a` l'impact du travail du sol et a` la gestion des re´sids de re`colte sur le de`veloppement du pie`tin verse, de la septoriose, de l'helminthosporiose et de la fusariose du ble` tendre, dans le cadre d'un essai rotation de longue dure´e. In: Proceedings of the 9th International Conference on Plant Diseases, 2009. Alfortville, France: AFPP, 225–234.

Motteram, J., Kufner, I., Deller, S., Brunner, F., Hammond-Kosack, K.E., Nörnberger, T., Rudd, J.J. (2009). Molecular characterization and functional analysis of MgNLP, the sole NPP1 domain-containing protein, from the fungal wheat leaf pathogen *Mycosphaerella graminicola*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 22, 790–799.

Nesbitt, M. and Samuel, D. (1996). From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. In: Paludosi S., Hammer K. & Heller J. Hulled. Proceedings of the 1st International Workshop on hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvechio Pascoli, Tuscany, Italy, IPGRI, pp. 40-99.

Parker S.R., Lovell D.J., Royle D.J., Paveley N.D. (1999). Analysing epidemics of *Septoria tritici* for improved estimates of disease risk. In: Lucas J.A., Bowyer P., Anderson M.H., eds. *Septoria* on Cereals: A Study of Pathosystems. Cambridge, UK: CABI Publishing, 96–107.

Parker S.R., Lovell D.J. (2001). Quantifying the benefits of seed treatment for foliar disease control. In: Proceedings of the BCPC Symposium. Seed Treatment: Challenges & Opportunities. BCPC, 181–188.

Pedersen E.A., Hughes G.R. (1992). The effect of crop rotation on development of *Septoria* disease complex on spring wheat in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Pathology* 14, 152–158.

Perrino, P., Laghetti, G., D' Antuono, L.F., Al Ajlouni, M., Kanbertay, M., Szabó, A.T., Hammer, K. (1996). Ecogeographical distribution of hulled wheat species. Proceedings of the 1st International Workshop on hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvechio Pascoli, Tuscany, Italy, IPGRI, pp. 110-118.

Sanchez-Vallet, A., McDonald, M.C., Solomon, P.S., McDonald, B.A. (2015). Is *Zymoseptoria tritici* a hemibiotroph? *Fungal Genet. Biol* 79, 29–32.

Sanderson, F. R. and Hampton, J. G. (1978). Role of the perfect states in the epidemiology of the common *Septoria* diseases of wheat. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 21 (2), 277-281.

Shaw M.W. (1987). Assessment of upward movement of rain splash using a fluorescent tracer method and its application to the epidemiology of cereal pathogens. *Plant Pathology* 36, 201– 213.

Shetty, N.P., Kristensen, B.K., Newman, M.A., Moller, K., Gregersen, P.L., Jorgensen, H.J.L. (2003). Association of hydrogen peroxide with restriction of *Septoria tritici* in resistant wheat. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 62, 333–346.

Shetty, N.P., Mehrabi, R., Lutken, H., Haldrup, A., Kema, G.H., Collinge, D.B., Jorgensen, H.J.L. (2007). Role of hydrogen peroxide during the interaction between the hemibiotrophic fungal pathogen *Septoria tritici* and wheat. *New Phytol.* 174, 637–647.

Shewry P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany* 60: 1537-1553.

Shipton, W.A., Boyd, S.R.J., Rosielle, A.A., Shearer, B.I. (1971). Common *Septoria* diseases of wheat. *Bot. Rev.* 37, 231–262.

Siah, A., Deweer, C., Duyme, F., Sanssene, J., Durand, R., Halama, P. and Reignault, P. (2010). Correlation of in planta endo-beta-1,4-xylanase activity with the necrotrophic phase of the hemibiotrophic fungus *Mycosphaerella graminicola*. *Plant Pathol.* 59, 661–670.

Stoskopf, N.C. (1985). Cereal grain crops. Reston Publishing Company, Inc., Reston.

Suffert, F., Sache, I., Lannou, C. (2011). Early stages of *Septoria tritici* blotch epidemics of winter wheat, build-up, overseasoning, and release of primary inoculum. *Plant Pathol.* 60, 166–177.

Sutton J.C. (1985). Effectiveness of fungicides for managing foliar diseases and promoting yields of Ontario winter wheat. *Phytoprotection* 66, 141–152.

Sutton J.C., Vyn T.J. (1990). Crop sequences and tillage practices in relation to diseases of winter wheat in Ontario. *Canadian Journal of Plant Pathology* 12, 358–368.

Weber, G.F. (1922). Speckled leaf blotch of wheat. *Phytopathology* 12, 558–585.

Wenham H.T. (1959). Studies on *Septoria* leaf blotch disease of wheat (*Triticum aestivum* L.) caused by *Septoria tritici* Desm. New Zealand Journal of Agricultural Research 2, 208–213.

Xiping, D., Lun, S., Shinobu, I. (2002). Assessments on the water conservation practices and wheat adaptations to the semiarid and eroded environments. 12th ISCO Conference, Beijing, pp. 348-360.

Θανασουλόπουλος, Κ. (1995). Μυκητολογικές Ασθένειες Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κορπέτης, Ε., Ηρακλή, Μ. και Κλεισιάρης, Φ. (2013). Αρχαία σιτάρια: Προέλευση, Χημική Σύσταση, Προοπτικές. Γεωπονικά 457: 2-20.

Λέτσας, Α. Ν. (1957). Άσκησις της Γεωργίας - Ανάπτυξη της Γεωργίας εν Αιγύπτω, Βαβυλωνία, Χαλδαία, Παλαιστίνη, Αρχαία Ελλάδα και Αρχαία Ιταλία. Ανάτυπον εκ του ΙΙΙ τόμου της μυθολογίας της Γεωργίας. Εκδοτικός Οίκος Μ. Τριανταφύλλου & Υιοί, Θεσσαλονίκη, σελ. 217.

Μπαξεβάνος Α. (2011). Τριμηνιαία Έκδοση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας, Εκδόσεις: ΕΘΙΑΓΕ, Τεύχος 43:17-19.

Παπακώστα Τασοπούλου Α. (2012). Ειδική Γεωργία: Σιτηρά & Ψυχανθή. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Χρηστίδης Β. (1963). Χειμωνιάτικα Σιτηρά, Δεύτερη Έκδοση, Θεσσαλονίκη. pp. 1-349.